UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS
MESTRADO EM ECOLOGIA

BRUNNA DA SILVA VIANNA

ESTRUTURA TEMPORAL DE COMUNIDADES DO ENTREMARÉS DE SUBSTRATO CONSOLIDADO NOS CANAIS DE DRENAGEM DA PRAIA DE SANTOS (SP, BRASIL)

SANTOS/SP
2015

BRUNNA DA SILVA VIANNA

ESTRUTURA TEMPORAL DE COMUNIDADES DO ENTREMARÉS DE SUBSTRATO CONSOLIDADO NOS CANAIS DE DRENAGEM NA PRAIA DE SANTOS (SP, BRASIL)

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob orientação do Prof. Dr. Miguel Petrere Jr. e co-orientação do Prof. Dr. Fabio Giordano.

SANTOS/SP
2015

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

VIANNA, Brunna da silva.
Estrutura temporal de comunidades do entremarés de substrato consolidado na praia de Santos (SP, BRASIL) / Brunna da Silva Vianna.
Ano de conclusão: 2015.
76 p.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Petrere Jr.
Coorientador: Prof. Dr. Fabio Giordano.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos (ECOMAR), Santos, SP, 2014.

1. Comunidade bentônica. 2. Substrato consolidado. 3. Biomassa da comunidade 4. Sucessão ecológica. I. Petrere Jr, Miguel, orient. II. Giordano, Fabio, coorient. III. Estrutura temporal de comunidades do entremarés de substrato consolidado na praia de Santos (SP, BRASIL).

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas - Unisanta

À todos que procuram fazer o bem e trabalham com dignidade por uma sociedade mais justa e um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa que viabilizou a realização desta etapa.

Ao caro Prof. Dr. Miguel Petrere Junior, pelas orientações sempre precisas e estatisticamente corretas!

Ao Prof. Dr. Fabio Giordano, co-orientador sempre atencioso, prestativo e bem humorado, por todo suporte e confiança em meu trabalho.

À minha família que sempre me apoiou e compreendeu minhas ausências e reclusas no quarto!

Ao meu querido Clayton, pelo incentivo para ingressar no Mestrado e candidatar-me a bolsa e pela ajuda em algumas coletas.

Ao Prof. Dr. Roberto P. Borges, pelas orientações e fornecimento de material.

Aos Profs. Drs. Álvaro Reigada e André Faccini e ao Bruno Paes de Carli, pelo auxílio na identificação de Crustaceae; Algas e Molusca.

Ao Prof. Dr. Fabio Cop Ferreira, pela ajuda nas análises estatísticas.

À equipe do Laboratório Central de Biologia, sempre solícitos, pela disponibilidade do laboratório e pelo suporte material.

Aos alunos do curso de Ciências Biológicas que me ajudaram nas coletas e em algumas triagens: Danilo Bento, Nathiely Azevedo, Lucas Ribeiro, Filipe Soligo, Nathália Gonçalvez e, em especial, ao Danilo Luz.

Ao Renan Ribeiro, do Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas – UNISANTA, pelo auxílio no levantamento e análises de dados físico-químicos.

Às colegas de Mestrado, Tainá Barreto pela ajuda em uma coleta e Rubia Valadares, em algumas triagens.

À minha amiga Yula Ruiz, pela companhia no laboratório e na hora do almoço e à Paloma Dominguez. Que nossa amizade dure além do Mestrado.

À Sandra, secretária do Mestrado e sempre atenciosa.

Por fim, agradeço a Deus por esta oportunidade e à minha avó Fernanda que mesmo não estando mais presente fisicamente, motiva-me.

“Somente quando for cortada a última árvore, pescado o último peixe e poluído o último rio é que as pessoas vão perceber que não podem comer dinheiro.”

Provérbio indígena

RESUMO

Distúrbios abrem clareiras no costão rochoso e disponibilizam novas áreas passiveis de colonização. Estas áreas são reocupadas formando manchas com diferentes estágios de sucessão que com o passar do tempo resulta em um incremento de espécies, biomassa e diversidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura da comunidade bentônica da região do entremarés de substrato consolidado e a recuperação da mesma após impactos naturais e antrópicos ocorridos no canal de drenagem da praia de Santos-SP, através de estudos de identificação de suas espécies constituintes e da biomassa das mesmas. A coleta foi realizada na porção final dos canais de drenagem 4 e 5, próxima ao mar, com raspagem da flora e da fauna incrustante em quadrados com área amostral definida de 100 m^2 em três faixas distintas do entremarés (limite da maré alta, limite da maré baixa e faixa intermediária das marés). Em laboratório, as espécies foram identificadas e dados de biomassa foram mensurados (peso fresco, peso seco e peso seco livre de cinzas) e analisados estatisticamente. A cada trimestre uma fração destes quadrados foi raspada novamente e analisada a reocupação dos organismos na área estudada. Foram encontrados 30 taxa sendo que *Mytilaster solisianus, Chthamalus spp.* e *Crassostrea rhizophorae* foram as espécies que apresentaram maior biomassa. Houve diferença significativa entre a biomassa dos dois canais. Foi observado que algumas espécies mais resistentes são pioneiras e tem alta taxa de recrutamento, logo ocupando o local raspado. A biomassa dos organismos que incrustaram nos canais 4 e 5 ao longo do período do estudo diferiu estatisticamente. Há uma tendência para a pluviosidade e, principalmente a temperatura explicarem as variações na biota local. A comunidade marinha nos dois canais após a sucessão foi significativamente diferente da observada antes da raspagem e apesar dos impactos que acometem a região, a comunidade mostrou-se resiliente, requerendo porém, um período maior para os organismos recuperarem a estrutura comunitária após as perturbações sofridas.

Palavras-chave: comunidade bentônica intermareal; substrato consolidado; biomassa da comunidade; sucessão ecológica; costão rochoso.

ABSTRACT

Disturbances open gaps on the rocky shore and provide new areas able to colonization. These areas are re-occupied forming patches at different stages of succession and over time an increase in species diversity and biomass are observed. In this chapter we evaluate the hard botton benthic community of the intertidal artificial substrate (walls of the drainage channels) in the Santos-SP beach region, through identifying species and respective biomass. The collection was made in the final portion of the drainage channels: Channel 4 (channel than during the previous year received chlorination) and Channel 5 (channel used as not chlorination treatment). After the delimitations of the study area, in both channels near the sea, occurred the scraping of the fouling flora and fauna on 100cm^2 squares defined as sampling areas, located in three distinct bands of the intertidal zone (high tide, low tide and middle tide). In the laboratory, the species were identified and the biomass data were obtained (fresh weight, dry weight, ash free dry weight) and analyzed statistically. Every three months some of these squares were scrapped again and the reoccupation of the organisms in the study area was analyzed. Thirty taxa were found: *Mytilaster solisianus, Chthamalus spp. and Crassostrea rhizophorae* were the species with greater biomass. There was significant difference between the total biomass accumulated on both channels. It was observed that some species are more resistant and has pioneered high recruitment rate, soon occupying the empty spaces. The biomass of organisms in the waste-water channels 4 and 5 over the study period differ statistically. There is a tendency for precipitation and mainly the temperature explains variations in the local biota. The marine community in the two channels after the succession was not similar to that observed before the removal treatment and despite the impacts that affect the area, the community can recover the previous structure even take longer.

Key Words: benthic intertidal community; hard bottom substratum; community biomass; ecological succession; rocky shore.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de fluxo de entrada de marés em situação simulada por modelo Hidrodinâmico no qual evidenciam-se os vetores de entrada principal do estuário (setas brancas)....17
Figura 2 - Imagem de fluxo de saída de marés em situação simulada por modelo Hidrodinâmico no qual evidenciam-se os vetores de saída principal do estuário (setas brancas)....18
Figura 3 - Mecanismos de dosadores de cloro dependurados sob as pontes do Canal 4....21
Figura 4 - Procedimento de limpeza em canal de drenagem, utilizando-se de água clorada sob jateamento....21
Figura 5 - Vista do interior do canal 5 próximo a área de coleta....22
Figura 6 - Mapa da localização dos canais de Santos e dos locais de coleta indicados pelas setas....23
Figura 7 - Área amostral do canal 4....24
Figura 8 - Representação do espaço amostral e das áreas raspadas nas coletas trimestrais (novembro de 2013; fevereiro, maio, agosto de 2014)....25
Figura 9 - Riqueza de espécies nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) nos canais 4 e 5....32
Figura 10 - Índice de diversidade de Shannon-Winer por faixa de maré nos dois canais....33
Figura 11 - Boxplot do biovolume e peso seco da comunidade, *Chthamalus* spp. (’), *M. solisianus* (”) e *C. rhizophorae* (*) nos canais 4 e 5 (A e B) e nas faixas de maré baixa, média e alta (C e D) e da interação entre os canais e as faixas de maré (E e F)....34
Figura 12 - Correlação entre peso seco e biovolume com dados da biomassa da comunidade (A) e das espécies *C. bisinuatus* (B), *C. rhizophorae* (C) e *M. solisianus* (D)....39
Figura 13 - Variação da riqueza de espécies em diferentes períodos de sucessão: a) canal 4 e b) canal 5....42
Figura 14 - Variação da diversidade de Shannon-Wienner em diferentes períodos de sucessão nos canais 4 e 5....43
Figura 15 - Biovolume das espécies com maior importância no *rank* de espécies em novembro de 2013, fevereiro, maio e agosto de 2014 nas faixas de maré alta (MA), média (MM) e baixa (MB) nos canais 4 (C4) e 5 (C5)....43
Figura 16 - Biovolume nos canais 4 e 5 (A) e nas faixas de maré baixa, média e alta (B)....48
Figura 17 - Peso seco livre de cinzas em agosto de 2013 e em agosto de 2014....48
Figura 18 - Representação do primeiro e segundo eixos da CCA para dados de variáveis ambientais (temperatura, pluviosidade e Enterococcus) e biológicas do canal 4 (C4)....49
Figura 19 - Representação do primeiro e segundo eixos da CCA para dados de variáveis ambientais (temperatura, pluviosidade e *Enterococcus*) e biológicas do canal 5 (C5)....50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Biomassa média expressa em biovolume em cada faixa nos dois canais em Agosto de 2013 31
Tabela 2 – MANOVA com biovolume e peso seco da comunidade e para as espécies Chthamalus spp. e Crassostrea rhizophorae 34
Tabela 3 – ANOVA com dados de biovolume, peso seco e peso seco livre de cinzas de *Mytilaster solisianus* 38
Tabela 4 - Biomassa expressa em biovolume de cada período de coleta no canal 4 40
Tabela 5 - Biomassa expressa em biovolume de cada período de coleta no canal 5 41
Tabela 6 - Análise de covariância da sucessão da comunidade 48

LISTA DE ABREVIATURAS

APA	Aparecida
C4	Canal 4
C5	Canal 5
CCA	Análise de correspondência canônica
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMB	Embaré
ENTERO	*Enterococcus*
FAA	Solução de formol, álcool e água destilada
HT	Faixa da maré alta
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LT	Faixa da maré baixa
MT	Faixa da maré média
NPH	Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 13
OBJETIVOS 20
MATERIAIS E MÉTODOS 21
ÁREA DA COLETA 21
DESENHO AMOSTRAL 24
TRIAGEM DAS AMOSTRAS 25
TRATAMENTO DOS DADOS 27
RESULTADOS 28
ESTRUTURA DA COMUNIDADE 28
SUCESSÃO DA COMUNIDADE 39
DISCUSSÃO 50
ESTRUTURA DA COMUNIDADE 50
SUCESSÃO DA COMUNIDADE 52
CONCLUSÃO 54
REFERÊNCIAS 57
APÊNDICE 1 – Biomassa média dos canais 4 e 5 nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) da coleta de agosto de 2013 65
APÊNDICE 2 – Biomassa média (peso fresco) dos canais 4 e 5 nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) ao longo do período de sucessão 67
APÊNDICE 3 – Biomassa média (peso seco) do canal 4 nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) ao longo do período de sucessão 69
APÊNDICE 4 – Biomassa média (peso seco) do canal 5 nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) ao longo do período de sucessão 70
APÊNDICE 5 – Biomassa média (peso seco livre de cinzas) nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) da coleta de agosto de 2014 71
APÊNDICE 6 – Variáveis ambientais. Temperatura do ar (T° C), Pluviosidade (mm), *Enterococcus* (UFC/100 mL) na praia do Embaré (canal 4) e Aparecida (canal 5) ... 72
APÊNDICE 7 – Lista de abreviações dos nomes das espécies no rank de espécie 73

INTRODUÇÃO

Costões rochosos são ecossistemas costeiros que se estendem por toda costa brasileira. Neste ambiente, os organismos podem ser sésseis ou vágeis e estão distribuídos em faixas de ocupação denominadas zonas. Fatores bióticos e abióticos influenciam esta distribuição, tais como salinidade, temperatura, irradiância, regime de marés, hidrodinamismo, mutualismo, parasitismo e comensalismo (GHILARDI-LOPES; BERCHEZ, 2012).

As zonas podem ser divididas simplificadamente em três, conforme citado por Coutinho e Zalmon (2009): supralitoral, médiolitoral e infralitoral. O supralitoral, ou orla litorânea, geralmente permanece emerso, recebendo respingos de água salgada proveniente do batimento de ondas. O médiolitoral, ou região eulitorânea, fica submerso na maré alta e emerso durante a maré baixa e inicia-se no limite superior de ocorrência das cracas. O infralitoral, ou região sublitorânea, permanece constantemente submerso e estende-se até o desaparecimento das algas.

Quando os costões rochosos são fragmentados oferecem uma variedade maior de micro-habitats que leva a uma maior diversidade de organismos (GHILARDI-LOPES; BERCHEZ, 2012). Por vezes, a fauna incrustante coloniza subtratos consolidados artificiais como píeres, docas, cascos de barcos e navios, defensas de portos e em estruturas de concreto tais como os canais de drenagem de Santos, São Paulo.

A competição por espaço é um fator limitante para as comunidades bentônicas de costões rochosos e distúrbios naturais podem abrir clareiras e fornecer novas áreas passíveis de reocupação. Distúrbios podem ser importantes reguladores da heterogeneidade nestas comunidades, se a abertura e recolonização de clareiras ocorrerem ao longo do tempo, formando mosaicos com diferentes estágios de sucessão (PETERSEN; SUTHERLAND; ORTEGA, 1996).

Sucessão ecológica refere-se às mudanças que ocorrem na composição das comunidades ao longo do tempo. Esta alteração da estrutura da comunidade ocorre continuamente e reflete os processos de recrutamento, sobrevivência e mortalidade inerente de cada espécie e a resposta aos outros fatores bióticos e abióticos (GREENE; SCHOENER, 1982). Estudos do padrão de distribuição das comunidades

e sua variação ao longo do tempo possibilitam a identificação de mudanças naturais e antrópicas (COUTINHO; ZALMON, 2009).

O aumento da população que ocupa a região costeira e as intensas atividades turísticas somam-se aos fatores que acarretam maior impacto no ambiente marinho em decorrência das atividades antrópicas, dentre os quais se podem citar esgoto doméstico, poluição química, derramamento de óleo, dragagens portuárias, captura excessiva, introdução de espécies exóticas, turismo descontrolado, sendo de grande importância o cumprimento da legislação ambiental e o controle de despejos e tratamento dos efluentes (ALMEIDA, 2008).

Muitas espécies de organismos de substrato consolidado, inclusive as de interesse econômico, estão em risco de extinção principalmente devido à exploração predatória, como é o caso dos bancos de algas dizimados no Rio Grande do Norte (GHILARDI-LOPES; BERCHEZ, 2012) e dos bancos naturais do mexilhão *Perna perna* (HENRIQUES et al., 2004; CASARINI; HENRIQUES, 2011). Diante disto, incentivo à pesquisa, exploração sustentável e educação ambiental seriam meios de ampliar o conhecimento sobre estas comunidades bentônicas e viabilizar a conservação deste ecossistema.

Os organismos bentônicos ficam fixos ao substrato e devido à sensibilidade ao fluxo e qualidade de matéria orgânica, distúrbios podem alterar o metabolismo e a composição ou estrutura destas comunidades. Deste modo, algumas espécies são utilizadas como indicadoras de condições ambientais (COUTINHO; ZALMON, 2009). A bioindicação corresponde à utilização de seres vivos para verificação e avaliação dos efeitos da poluição ambiental. Os seres utilizados (bioindicadores) podem ser considerados: indicadores ecológicos, quando indicam o impacto da poluição através da sua ocorrência ou desaparecimento; organismos testes, utilizados em bioensaios; e biomonitores, que indicam qualitativa e quantitativamente o impacto da poluição sobre os organismos (KLUMPP, 2001). Para tanto, macroinvertebrados bentônicos têm sido usados como indicadores, pois respondem os efeitos de todos os poluentes e a variações nas condições ambientais ao longo do tempo (KUHLMANN et al., 2001). São amplamente aplicados em avaliações da qualidade ambiental de ambientes límnicos e mais estudos deveriam ser conduzidos a fim de viabilizar a aplicação em ambiente marinho.

Todavia, alguns organismos bentônicos marinhos servem como indicadores ecológicos devido a sua sensibilidade ou resistência a determinadas condições

ambientais. Polychaetas podem ser indicadores de ambientes antropizados (FERREIRA, 2008) com lançamento de esgoto como, por exemplo, indica a presença de *Perinereis* sp (CHAVES et al., 2011). As algas da espécie *Ulva lactuca* são resistentes às elevadas cargas de nutrientes, sendo frequentes em ambientes poluídos ou submetidos a recentes distúrbios (LITTLER et al., 1989; RIBEIRO, 2012). Outros organismos filtradores como as ostras e mexilhões bioacumulam poluentes em seus tecidos e são utilizados em bioensaios ou como biomonitores (ZANETTE, 2009). Portanto torna-se imperativo identificar em que grau estas comunidades recobrem o substrato.

Diversos métodos são adotados para estudar a diversidade bentônica como, por exemplo, a estimativa de porcentagem de cobertura por meio do método de interceptação de pontos (BORGES, 1996; COIMBRA, 1998) e do fotoquadrado (MACEDO; ZALMON, 2006; MASI; ZALMON, 2009; DEUS et al., 2013); levantamento de povoamentos realizado com a identificação das entidades homogêneas da paisagem (PEREIRA, 2007; PEREIRA-FILHO, 2008) e o método da raspagem total do substrato (ROSSO, 1990; OSSE, 1995). Estudos comparativos de métodos de amostragem em costões rochosos têm demonstrado que o método de raspagem total obtém maior valor médio de diversidade e riqueza e menor variabilidade de resultados, quando comparados com outros métodos de estimativa de recobrimento (SABINO; VILLAÇA, 1999).

A Baixada Santista situada no Estado de São Paulo, Brasil, abriga o mais habitado conjunto de cidades litorâneas do estado, o maior porto da América Latina e o Polo Industrial de Cubatão, localizados no entorno do Sistema Estuarino de Santos – São Vicente. Apesar de importantes à economia da região, essas atividades e esses empreendimentos impactam negativamente o estuário e os ecossistemas costeiros da região comprometendo a qualidade de suas águas e afetando a comunidade de organismos marinhos.

As atividades industriais do Polo Industrial de Cubatão emitem compostos tóxicos na água que causam efeitos adversos na população humana e na biota e são considerados um problema de saúde pública (CETESB, 2001). Metais, como o Mercúrio e o Arsênio, e matéria orgânica oriundos dos efluentes industriais, portuários e domésticos são lançados no estuário ou na Baía de Santos e esses metais tendem a sofrer adsorção pela matéria orgânica e assim, aumentar a sua biodisponibilidade (SIQUEIRA et al., 2004). Segundo Rachid apud Abessa et al.

(2012), efeitos tóxicos verificados em ensaios de toxicidade do efluente do emissário de Santos foram associados às partículas em suspensão, possivelmente devido as substâncias tóxicas adsorvidas a elas e que posteriormente se precipitam e se acumulam no sedimento, e foram associados também à amônia e aos compostos voláteis (p.ex. cloro usado na desinfecção do esgoto). Muto et al. (2011) constataram que ocorre biomagnificação do Mercúrio na teia trófica marinha da Baía de Santos.

As dragagens de aprofundamento são necessárias para a manutenção da profundidade do canal do estuário e assim, permitir que navios de maior calado consigam chegar aos terminais portuários. Porém, o sedimento do canal do Porto apresenta grandes quantidades de metais e outros contaminantes que estavam em suspensão na coluna d'água do estuário e que precipitaram, e a sua retirada acaba por distribuir os poluentes para outros locais (CETESB, 2001). Em ensaios ecotoxicológicos realizados para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) a fim de verificar a qualidade do sedimento a ser dragado, não foi verificada correlação significativa dos resultados de toxicidade com os metais encontrados e que provavelmente não estão disponíveis para a biota aquática (FENILI et al., 2011). Contudo, outro estudo realizado com sedimento e elutriado coletados no canal do porto após o início da dragagem encontrou no teste aplicado significativa toxicidade e forte correlação dos efeitos tóxicos com a contaminação do sedimento, provavelmente por que a dragagem resuspende os sedimentos, levando a potencial toxicidade para a coluna d'água (SOUSA et al., 2007).

Durante a maré de enchente as águas adentram o sistema estuarino pelos dois principais canais, um localizado na cidade de Santos (canal do Porto) e outro na cidade de São Vicente (Figura 1). Nesta circunstância, a água do mar mistura-se com a água doce de dez rios tributários deste complexo estuarino e torna-se salobra. Nos períodos de vazante das marés, as águas salobras do canal do porto escoam de volta majoritariamente pelo canal principal (Figura 2), mas também adentram os canais de drenagem da cidade (em particular o canal 4 e 5) que desembocam no mar, na praia de Santos, sempre que as comportas estão abertas, nas condições de excesso de água de drenagem provocadas pelo excesso de chuvas ou mesmo de marés excepcionalmente volumosas.

Os canais de drenagem de Santos, SP são estruturas feitas de concreto armado, projetados pelo engenheiro sanitarista Saturnino de Brito no início do século

XX como parte de um projeto que visava melhorar as precárias condições sanitárias da época (ANDRADE, 1991). O surto cafeeiro, a construção da rodovia Santos-Jundiaí e o aumento da população no final do século XIX fizeram necessário um plano de saneamento, já que as condições sanitárias da cidade eram precárias e epidemias frequentes e altas taxas de mortalidade afligiam a população e os imigrantes. O projeto previu a separação da rede coletora de esgoto da água pluvial coletada pelos canais abertos de drenagem (ANDRADE, 1991).

Os canais drenam águas pluviais que são encaminhadas para o emissário submarino, pois as comportas geralmente permanecem fechadas para evitar a entrada de areia nas marés cheias e a chegada de poluição difusa por ligações irregulares de esgoto. Porém, em situações de fortes precipitações, as comportas são abertas, liberando seu conteúdo nas praias (CETESB, 2007).

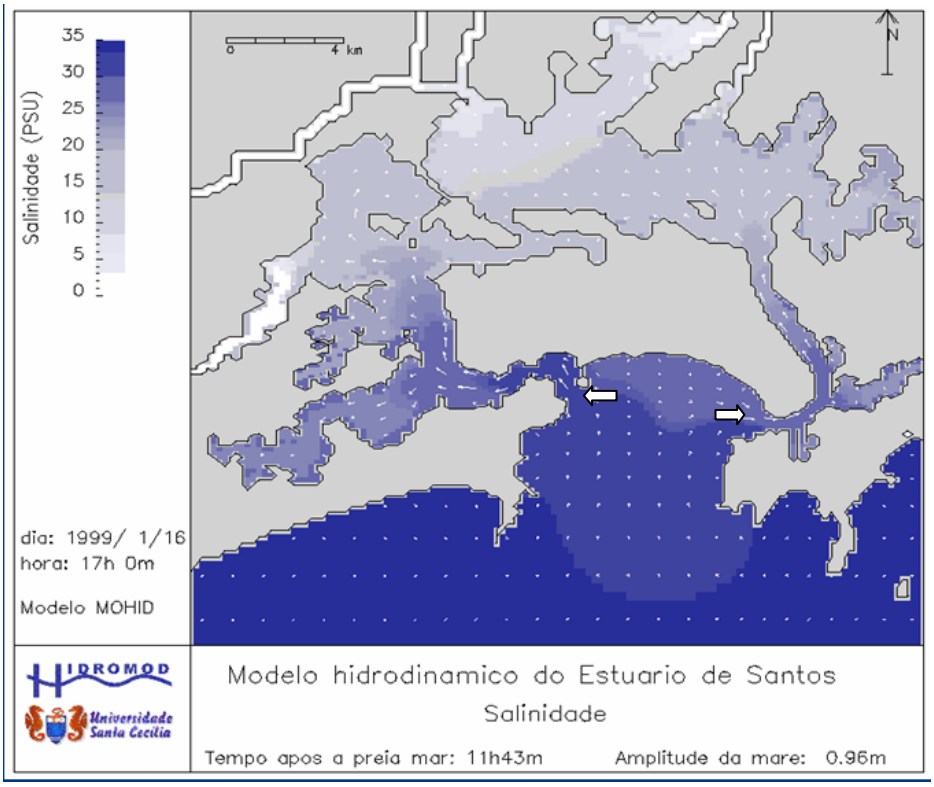


Figura 1: Imagem de fluxo de entrada de marés em situação simulada por modelo Hidrodinâmico no qual evidenciam-se os vetores de entrada principal do estuário (setas brancas). Fonte: NPH-UNISANTA

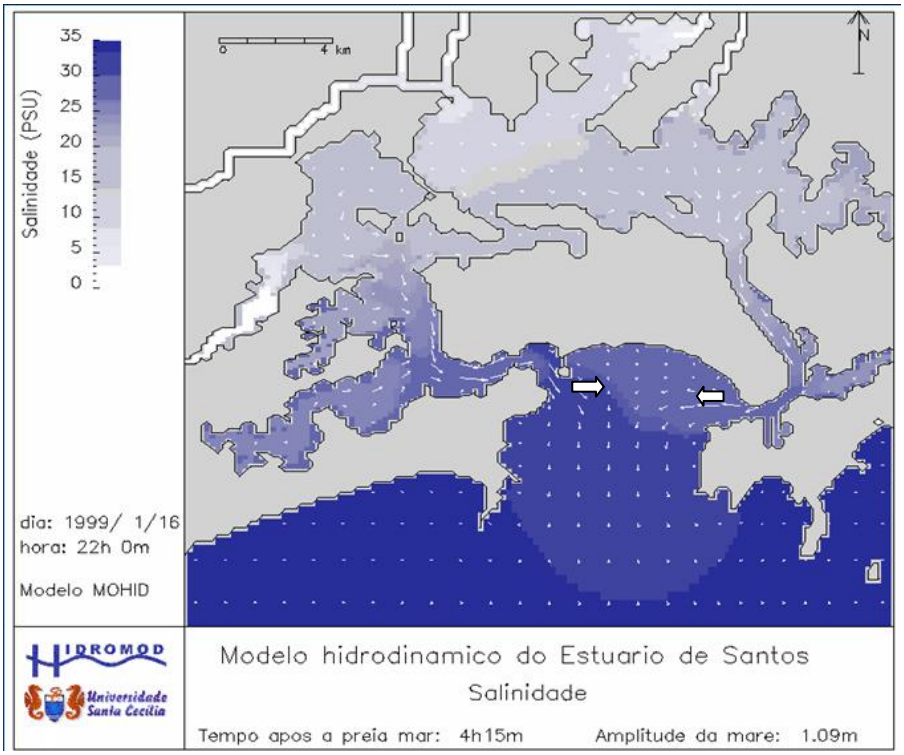


Figura 2 – Imagem de fluxo de saída de marés em situação simulada por modelo Hidrodinâmico no qual evidenciam-se os vetores de saída principal do estuário (setas brancas). Fonte: NPH-UNISANTA

Atualmente, o esgoto coletado da rede passa por uma estação de pré-condicionamento com gradeamento, peneiramento e desinfecção com cloro e o lançamento no mar é feito pelo emissário submarino, um tubo com 4 km de extensão localizado na praia do José Menino que além do volume deste esgoto pré-tratado recebe também as águas pluviais provenientes dos canais (CETESB, 2007).

O sistema de separação da água de drenagem e do esgoto apresenta, no entanto algumas inconformidades: ligações irregulares de esgoto à rede pluvial e fezes animais deixadas nas ruas escoam pelos canais após as chuvas, além de contaminantes (gerados por atividades industriais e pela população residente em submoradias, sem acesso a rede de esgoto) oriundos das águas do fundo do estuário que podem penetrar nos canais e chegar ao mar após fortes precipitações, quando as comportas são abertas (CETESB, 2007).

O esgoto doméstico passou a conter em grande quantidade uma série de substâncias danosas ao meio ambiente como, por exemplo, detergentes e desinfetantes (BERCHEZ; BUCKERIDGE, 2012), bem como, fármacos e produtos de cuidados pessoais que trazem risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente, tais como disfunções nos sistemas endócrino e reprodutivo, neoplasias

malignas, abortos espontâneos, resistência bacteriana (SILVA; COLLINS, 2011). É composto por uma alta carga de sólidos totais e nutrientes, além de contaminantes e microrganismos. Como consequências ao meio ambiente de seu lançamento pode-se citar a eutrofização, a floração de algas tóxicas, a introdução de microrganismos patogênicos, que apresenta um risco à saúde pública e à qualidade do pescado, e possíveis efeitos tóxicos na biota e bioacumulação de substâncias tóxicas. Estes aspectos podem inviabilizar os usos da água, por exemplo, a recreação de contato primário e secundário, além de prejudicar a manutenção dos estoques pesqueiros (ABESSA et al., 2012).

Análises de água coletadas nos canais de drenagem revelaram valores de coliformes totais e *Escherichia coli* acima dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 274/2000 e foram enquadradas como impróprias para as atividades de recreação de contato primário. Estes resultados evidenciam a presença de ligações irregulares de esgoto ao sistema de drenagem pluvial (COELHO et al., 2014).

Tem sido observado que a poluição por esgoto é um importante fator estruturador das comunidades marinhas (DENADAI; AMARAL; TURRA, 2000), pois afeta os organismos de diversos taxa e favorece espécies resistentes que se tornam dominantes no local do impacto. No entanto, este impacto é percebido quanto mais próximo estiver da fonte de emissão do efluente e na época do verão, quando há maior atividade turística (CAMPELLO, 2006).

Uma prática adotada para minimizar a carga bacteriana que chega às praias é a desinfecção com pastilhas de cloro colocadas em estruturas de arame no interior do canal 4. Sabe-se que o cloro causa efeitos tóxicos na biota dos ecossistemas aquáticos, provoca alterações na pressão osmótica em células de microrganismos, afeta até mesmo a fauna ictiológica e são formados subprodutos que põem em risco a saúde humana por apresentarem efeitos cancerígenos, hepatotóxicos, neurotóxicos e mutagênicos quando são adicionadas à efluentes domésticos com altos teores de amônia ou nitrato. A cloração, porém não é muito indicada para a desinfecção de esgotos brutos que, por serem ricos em partículas com dimensões suficientes para incorporar os microrganismos, protege-os da ação do cloro. A presença de matéria orgânica e sólidos em suspensão afeta o poder de desinfecção do cloro sendo requeridas altas dosagens de cloro e, ainda, o cloro residual livre é ineficiente na eliminação de agentes patogênicos (PIVELI; KATO, 2006; RIBEIRO, 2001).

A comunidade bentônica que cresce nestes canais não está apenas sujeita a estas influências de natureza antrópica, diversos outros fatores, bióticos e abióticos, modelam a estrutura da comunidade de substratos consolidados, tais como: exposição ao embate de ondas, salinidade, temperatura, inclinação, predação e competição (COUTINHO; ZALMON, 2009). Todavia, as diversas ações antrópicas chamam a atenção, pois alteram as comunidades bentônicas (TOMMASI, 1994) de modo não estocástico. Assim, estudos da estrutura desta comunidade podem servir de modo indireto para analisar a qualidade ambiental.

OBJETIVOS

Neste contexto, este trabalho visou analisar a diversidade da comunidade bentônica incrustante em dois canais de drenagem que desembocam na Praia de Santos-SP. Os objetivos específicos foram:

- Reconhecer a composição específica das comunidades da região entremarés ao longo de um ano que crescem incrustadas na saída de dois canais de drenagem.
- Verificar as possíveis consequências na diversidade de organismos em virtude do tratamento realizado no canal 4 em anos anteriores com pastilhas de cloro em dosadores automatizados (Figura 3) e mesmo a limpeza com máquinas de pulverização a jato de solução de água clorada, a fim de minimizar a carga de bactérias que chegava à praia (Figura 4).
- Avaliar a capacidade de resiliência do ecossistema em relação ao poder de devolutiva de recomposição das espécies, após diferentes impactos sofridos pela área estudada, como por exemplo, a poluição industrial e doméstica e o tratamento com cloro.

Figura 3 – Mecanismos de dosadores de cloro dependurados sob as pontes do Canal 4. Destaque para a estrutura dispersora de cloro.

Figura 4 – Procedimento de limpeza em canal de drenagem, utilizando-se de água clorada sob jateamento (Fonte: www.sabesb.com).

MATERIAIS E MÉTODOS

1. ÁREA DE COLETA

Os organismos foram coletados no interior de dois canais de drenagem (canais 4 e 5) em suas porções terminais, na parede localizada a oeste, junto a praia de Santos - SP. O município está situado na região metropolitana da Baixada Santista, no estado de São Paulo, Brasil (23° 56′ 13.16″ S, 46° 19′ 30.34″ O). É a 10ª maior cidade do estado com uma população de 433.153 habitantes e abriga o maior porto da América Latina, com 13 quilômetros de extensão. A praia de Santos tem 5,5 quilômetros de extensão e alvo de intensas atividades turísticas (SANTOS, 2014).

Figura 5 - Vista do interior do canal 5 próximo à área de coleta

Situada na Ilha de São Vicente, Santos faz divisa com a cidade de mesmo nome da ilha e são separadas do continente pelos canais do estuário de São Vicente e Santos. O estuário de Santos tem cerca de 15 km de extensão, recebe a drenagem de Santos, Cubatão, Guarujá e do canal de Bertioga e liga a parte interna do estuário com a Baía de Santos (CETESB, 2013a) e esta, segue orientação N-S e suas praias orientações gerais EW e possui morfodinâmica predominantemente dissipativa e de baixa energia (SOUZA, 2012). A Baía de Santos sofre a influência

das atividades industriais, portuárias e efluentes domésticos, pois recebe as águas dos estuários de Santos e São Vicente e ainda o despejo do emissário submarino bem no centro da mesma, configurando um ambiente bastante impactado (CETESB, 2013a).

Durante eventos de tempestades, os canais são preenchidos por areia, sendo os canais 2, 3 e 1 os que sofrem maior sedimentação, respectivamente, enquanto no canal 6 a sedimentação é nula e nos canais 4 e 5 é intermediária. Estes são resultantes do aporte das ondas e correntes que entram na Baía na direção Sul e das correntes do canal do estuário de Santos (MAGINI; HARARI; ABESSA, 2007).

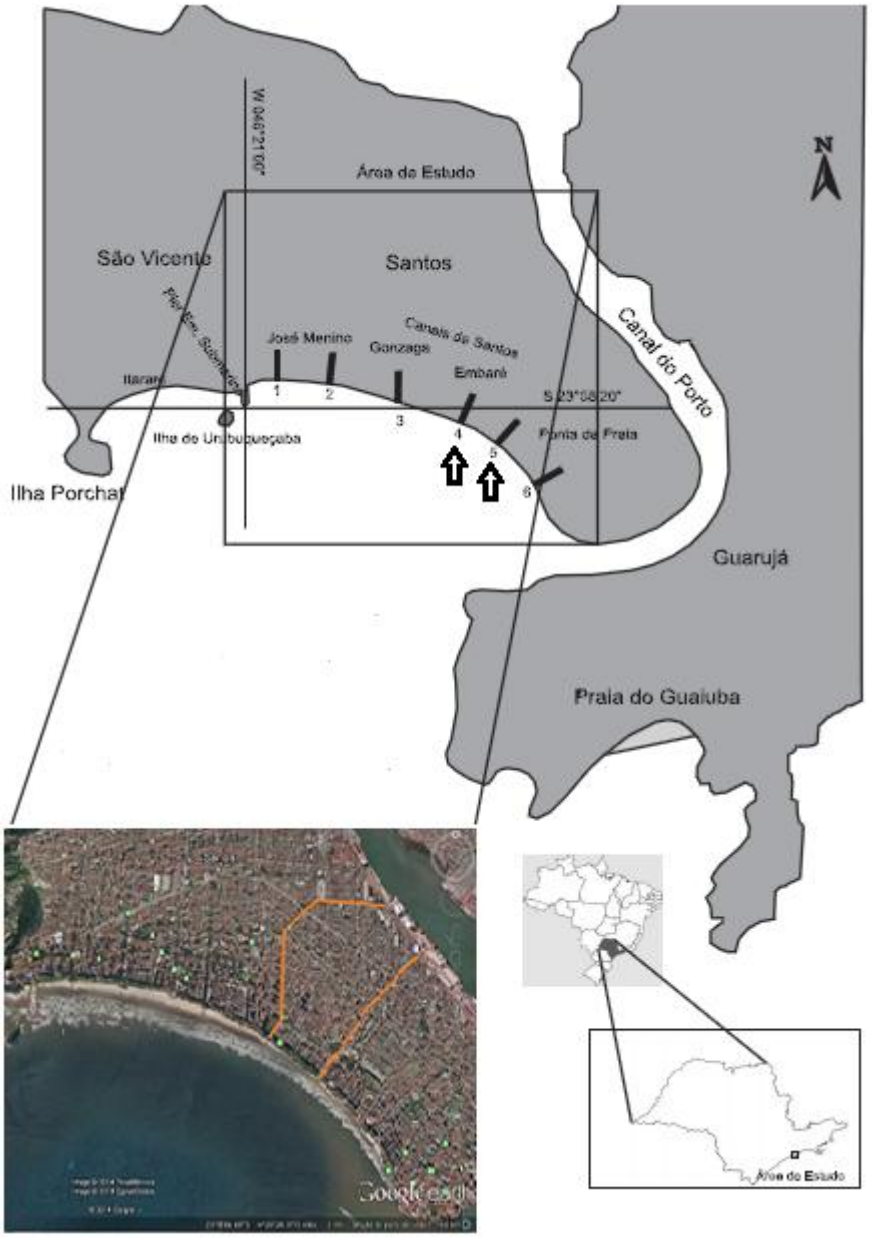


Figura 6 - Mapa da localização dos canais de Santos e dos locais de coleta indicados pelas setas. Em destaque (linha laranja) os canais 4 e 5. As coletas foram realizadas em agosto e

novembro de 2013; fevereiro, maio e agosto de 2014. Adaptado de Magini, Harari e Abessa (2007).

2. DESENHO AMOSTRAL

As coletas ocorreram nas marés baixas de sizígia em agosto de 2013 a uma distância de cerca de 10 metros do início do canal, pois eventuais ressacas podem danificar a estrutura do mesmo. Três faixas de coleta foram estabelecidas na região entremarés de acordo com os limites das marés: altura média maré alta (HT – *high tide*); altura média da maré baixa (LT – *low tide*); faixa de maré intermediária (MT – *middle tide*). O desenho amostral foi sistemático no qual foram delimitados dezesseis quadrados com 100 cm^2 em cada faixa, totalizando 48 quadrados em cada canal (Figura 2) distantes entre si por 20 cm e entre as faixas por 40 cm. A extensão do trecho amostral tinha cerca de 4,5 m. Os organismos foram raspados da parede oeste do canal com auxílio de uma espátula, depositados em frascos plásticos e fixados em solução fixadora “FAA” composta por formol, álcool e água destilada.

Figura 7 - Área amostral do canal 4

A unidade amostral neste estudo está definida como a área geográfica ou o ponto em que o material é coletado em determinado período e os *quadrats* ou

quadrados por definição de Kindt e Coe (2005) correspondem a uma parcela amostral com forma quadrada ou mesmo retangular.

A área amostral da coleta de agosto de 2013 foi subdividida em 4 réplicas denominadas segmentos, seguindo um delineamento por blocos casualizados não aleatórios. Em cada trimestre um quadrado de cada segmento, nas três faixas, foi raspado novamente e os demais quadrados deixados para ocorrer o recrutamento, como elucidado pela figura 10. Na primeira coleta após a sucessão de um trimestre, realizada em novembro de 2013, foram coletados os organismos do primeiro quadrado de cada segmento e das três faixas de maré; na segunda coleta em fevereiro de 2014 (6 meses de sucessão) foi coletado do segundo quadrado de cada segmento; com 9 e 12 meses de sucessão coletou-se material do terceiro e quarto quadrado, respectivamente. Sendo assim, nas coletas trimestrais foram coletados 4 quadrados em cada faixa de maré, totalizando 12 elementos amostrais por canal. Na coleta de agosto de 2014 foram coletados 6 elementos por faixa, mesmo número da coleta de agosto de 2013 que foi medido o peso seco livre de cinzas a fim de possibilitar comparações estatísticas. Para estes elementos amostrais adicionais, uma faixa vertical foi coletada a frente do segmento 1 e outra após o segmento 4 (figura 10).

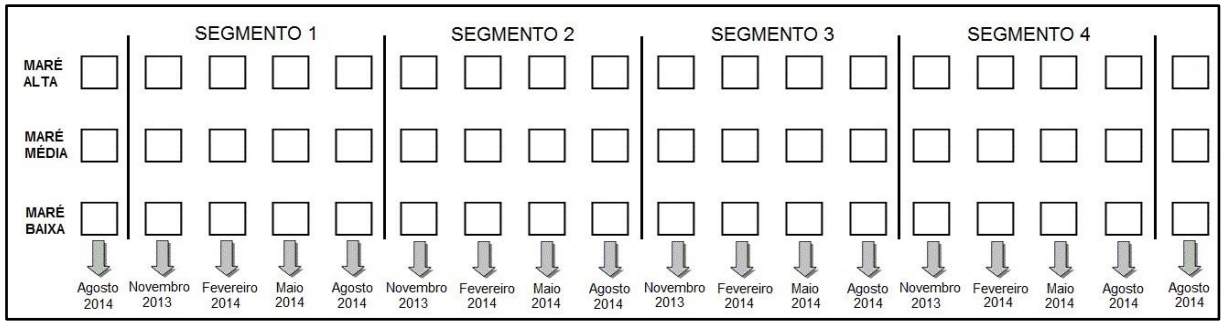


Figura 8 - Representação do espaço amostral e das áreas raspadas nas coletas trimestrais (novembro de 2013; fevereiro, maio, agosto de 2014)

3. TRIAGEM DAS AMOSTRAS

Em laboratório, as espécies foram identificadas com consulta aos seguintes guias de identificação: Amaral & Nonato (1996) para Polychaeta; Klappenbach (1965) e Rios (2009) para Mollusca; os crustáceos Decapoda com as chaves de Melo (1996) e os Cirripedia com Young (1987), além de consulta às especialistas. Klappenbach forneceu a chave de identificação para *Brachidontes* spp, *Mytella* spp, *Perna perna*, entre outros. No entanto, a nomenclatura *Brachidontes solisianus* (d'Orbigny, 1842) não é mais aceita e esta espécie foi realocada no gênero *Mytilaster* sp.

Devido a grande plasticidade das conchas dos littorinídeos que podem representar respostas às condições ambientais, três espécies do gênero são comumente agrupadas no chamado complexo *Littorina ziczac* que correspodem as espécies *E. ziczac*, *E. lineolata* e *Littorina saxatilis*, apesar de análise eletroforética não ter sido conclusiva quanto ao reconhecimento específico das espécies do complexo (ABSALÃO; ROBERG, 1998). Desse modo, a forma da concha não é suficiente para a identificação das espécies e Gonçalves (2011) frisa que ao associar as características conquiológicas e de morfologia interna é possível fazer um diagnóstico eficiente das espécies. Porém, neste estudo optou-se por considerá-las como complexo ziczac.

Para o cálculo da biomassa, foi realizada a medição de biovolume, utilizando-se provetas graduadas de 250 mL e 50 mL (conforme o volume do material) e observando-se o deslocamento de volume de água após a inserção dos organismos. O peso fresco foi medido em balança semi-analítica com precisão de 0,01g e após 48 h em estufa a 60 °C obteve-se o peso seco. Já, o peso seco livre de cinzas foi medido em uma fração do material (o conteúdo de seis amostras aleatórias por faixa da coleta de agosto de 2013 e do mesmo mês em 2014) que foi levado ao forno mufla por 2 h a 600 °C. O material retirado da estufa e da mufla foi deixado em dessecador para esfriar antes da pesagem em balança semi-analítica.

O peso seco livre de cinzas (AFDW – Ash Free Dry Weight) representa apenas a parte orgânica dos organismos desprezando o conteúdo de água, carapaça, esqueletos e detritos sólidos presentes no trato digestivo de alguns animais (OSSE, 1995). Deste modo, foi calculado subtraindo o peso das cinzas (obtido após a passagem na mufla) do peso seco (CORTE; YOKOYAMA; AMARAL, 2011).

4. TRATAMENTO DE DADOS

Calculou-se os Índices biológicos: Diversidade de Shannon-Wiener, Dominância de Simpson no software Past (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001), que considera para o cálculo o logaritmo na base 10. A biomassa das espécies dos dois canais foi comparada por uma análise de variância multivariada (MANOVA) considerando como fatores as faixas de maré e os dois canais. No caso da espécie *Mytilaster solisianus* não houve correlação entre o peso seco e o biovolume, tendo sido realizada uma análise de variância (ANOVA) para cada variável resposta. Foi considerado um nível de significância $p<0,05$. As MANOVAs e ANOVAs foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2014).

Dado que foram registradas algumas espécies dominantes com altos valores de biomassa e muitas espécies raras, optamos por trabalhar com 99% da biomassa das espécies da comunidade para maior precisão eliminando as espécies raras. Para tanto foi realizado um ranqueamento das espécies baseado nos valores de biomassa e eliminando as com menos de 1% da biomassa total. Esta medida foi tomada com o intuito de minimizar os ruídos existentes que correspondem a variação aleatória e na análise confundem o padrão principal (GUREVITCH; SCHEINER; FOX, 2009). Foram elaborados gráficos das espécies mais importantes em termos de biomassa, baseando-se num *rank* de espécies e eliminando as com menos de 1%.

As espécies com maior valor de importância (*M. solisianus, Chthamalus spp.* e *Crassostrea rhizophorae*) foram utilizadas em separado para uma comparação (MANOVA) entre os canais e entre as faixas, considerando apenas a biomassa de cada espécie, a fim de investigar as causas das diferenças entre as comunidades uma vez que estas espécies, por apresentar maior biomassa, são possivelmente estruturadoras da comunidade. Nesta análise, optou-se por considerar as faixas típicas de ocorrência com intuito de minimizar as disparidades naturais que há entre as zonas e, portanto, analisaram-se as faixas de maré alta (HT) e maré média (MT) para *Chthamalus spp* e maré média e baixa para *C. rhizophorae* e as três faixas para *M. solisianus.*

Para os períodos de sucessão, foi realizada uma análise de covariância (ANCOVA) para comparar as médias das biomassas de cada trimestre dos canais 4 e 5 utilizando-se biovolume como variável resposta; canal e faixa de maré como fatores; período de sucessão e distância do mar as covariáveis. Para a distância do mar, os quadrats foram numeradas de 1 à 18 conforme sua posição no desenho amostral (1 corresponde ao quadrado mais próximo do mar e 18 o mais afastado). Analisou-se a estrutura da comunidade antes e um ano após o distúrbio (raspagem) utilizando-se dados de biomassa de agosto de 2013 (coleta inicial) e agosto de 2014 com ANOVA de medida repetida.

Dados de variáveis ambientais foram levantados e inseridos em planilhas. A temperatura do ar foi proveniente da estação meteorológica da Base Aérea de Santos; a pluviosidade estava disponível no site da prefeitura de Santos (http://www.santos.sp.gov.br/aprefeitura/secretaria/seguranca/indice-pluviometrico); *Enterococcus* foram obtidos em relatórios da CETESB (2013b e 2014a). Estes microrganismos são denominados de coliformes termotolerantes e apesar de não serem exclusivamente de origem fecal, são os mais eficientes indicadores da qualidade da água (CETESB, 2009).

Por fim, foi realizada uma Análise multivariada de Correspondência Canônica (CCA) para testar a associação das variáveis ambientais e biológicas (biomassa) para descrever os padrões de diversidade ao longo do período de sucessão e a influência dos fatores ambientais na estrutura da comunidade (MORAIS, 2011).

RESULTADOS

Estrutura da comunidade

Foi observada a ocorrência de diversos organismos identificados nos níveis de espécie e gênero, preferencialmente, ou em taxa superior totalizando 30 diferentes taxa listados a seguir:

Chlorophyta
- Ulvales
  - Ulvophyceae
    - *Cladophora* sp
    - *Ulva flexuosa*
    - *Ulva lactuca*

Sipuncula
- Sipunculidea
  - Sipunculiformes

Cnidaria
- Anthozoa
  - Actiniaria
    - *Anthopleura* sp

Platyhelminthes
- Prosthiostomidae
  - *Enchiridium* sp

Mollusca
- Bivalvia
  - Mytiloida
    - *Brachidontes darwinianus*
    - *Mytella charruana*
    - *Mytilaster solisianus*
    - *Perna perna*
  - Myoida
    - *Sphenia fragilis*
  - Ostreoida
    - *Crassostrea rhizophorae*
  - Pterioida
    - *Isognomon bicolor*
  - Veneroida
    - *Dreissena polymorpha*
- Gastropoda
  - Littorinimorpha

Echinolittorina ziczac

Littoraria flava

Lottioidea

Lottia subrugosa

` Neogastropoda

Stramonita haemastoma

Nudibranchia

Annelida

Polychaeta

Phyllodocida

Nereididae

Perinereis sp

Sabellida

Sabellidae

Sabella sp

Serpulidae

Hydroides sp

Arthropoda

Crustacea

Malacostraca

Amphipoda

Decapoda

Pachygrapsus transversus

Panopeus sp

Isopoda

Paradella dianae

Cirripedia

Thoracica

Amphibalanus amphitrite

Chthamalus spp

Tetraclita stalactifera

Chthamalus spp refere-se às espécies *C. proteus e C. bisinuatus.* As algas da espécie *Ulva flexuosa* apresentavam-se em emaranhados que continham alguns

filamentos da espécie *Cladophora* sp, porém com biomassa não significativa e foram, no entanto, pesados juntamente com *U*. *flexuosa.* Polychaeta sem identificação indica os indivíduos que se apresentaram danificados e sem a região da cabeça e que não foi possível identificar. *Echinolitorina ziczac* corresponde ao denominado complexo *Littorina ziczac* que engloba três espécies de littorinídeos (*E. ziczac*, *E. lineolata* e *Littorina saxatilis).*

As espécies que apresentaram maiores valores de biomassa foram: *Mytilaster solisianus, Chthamalus spp.* e *Crassostrea rhizophorae*, respectivamente (tabela 1).

Em relação à ocorrência das espécies, *Chthamalus* spp*.* ocupou principalmente a faixa maré alta, enquanto *C. rhizophorae e Ulva lactuca* a faixa maré baixa e *M. solisianus* as três faixas, porém com maior biomassa na faixa intermediária do canal 4. Os gastrópodes estavam em suas faixas típicas de ocorrência, pelo menos no momento da coleta – *E. ziczac* na faixa superior, *Lottia subrugosa* e *Stramanonita haemastoma*, nas faixas intermediária e inferior. Foi observada também a presença da espécie invasora *Isognomon bicolor* em pequena quantidade.

Tabela 1 - Biomassa média expressa em biovolume em cada faixa nos dois canais em Agosto de 2013

Biovolume	**C4HT**	**C4MT**	**C4LT**	**C5HT**	**C5MT**	**C5LT**
Amphibalanus amphitrite	0,0000	0,0938	0,2750	0,0125	0,4625	0,6500
Amphipoda	0,0438	0,0125	0,0688	0,0125	0,0125	0,0875
Anthopleura sp	0,0063	0,2188	0,7438	0,0063	0,0938	0,2813
Brachidontes darwinianus	0,0375	1,4375	1,0750	0,0000	0,4750	0,7313
Chthamalus spp	19,2500	0,3688	0,1563	26,8750	0,5500	0,5938
Crassostrea rhizophorae	0,0438	1,7813	16,4375	0,1313	1,1313	31,0688
Echinolittorina ziczac	0,1500	0,0188	0,0063	0,3250	0,0375	0,0063
Enchiridium spp	0,0500	0,2625	0,0250	0,0188	0,1063	0,0750
Heterospionidae	0,0000	0,0000	0,0938	0,0000	0,0438	0,0938
Hydroides sp	0,0063	0,0125	0,0125	0,0000	0,0000	0,0000
Isognomon bicolor	0,0000	0,1313	0,3625	0,0000	0,0188	0,0813
Littoraria flava	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0125	0,0000
Lottia subrugosa	0,0813	0,0938	0,4938	0,1000	0,0875	0,4313
Mytella charruana	0,0000	0,0313	0,8438	0,0000	0,5938	0,0938
Mytilaster solisianus	49,1875	64,8750	18,8750	43,6875	40,1250	2,0313
Nudibranchia	0,0000	0,0000	0,0063	0,0000	0,0000	0,0063

Tabela 1 - continuação

Pachygrapsus transversus	0,0063	0,0125	0,1250	0,0063	0,0063	0,2063
Panopeus sp	0,0000	0,0000	0,0188	0,0063	0,0000	0,0813
Paradella dianae	0,0000	0,0375	0,0688	0,0000	0,0563	0,0813
Perinereis sp	0,3250	0,5438	0,6688	0,1500	0,3500	0,1438
Perna perna	0,0000	0,4063	0,3313	0,0000	0,3188	0,1313
Polychaeta não-identificado	0,0000	0,0000	0,0063	0,0000	0,0063	0,0125
Sabellidae	0,0000	0,0000	0,0125	0,0000	0,0063	0,0125
Sipuncula	0,0063	0,0250	0,0188	0,0063	0,0375	0,0125
Sphenia fragilis	0,0438	0,1188	2,6250	0,0375	0,2625	0,9875
Stramonita haemastoma	0,0000	0,0000	0,5563	0,0000	0,0000	0,8750
Syllidae	0,0625	0,0625	0,0750	0,0250	0,0688	0,0313
Tetraclita stalactifera	0,0000	0,0375	0,0375	0,0000	0,0000	0,0000
Ulva flexuosa	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0063
Ulva lactuca	0,0000	0,0625	3,9375	0,0000	0,0438	3,0625

A mediana da riqueza de espécies foi maior na maré baixa do canal 4 enquanto que a menor foi na faixa de maré baixa do canal 5. É possível verificar um gradiente deste descritor com acréscimo de riqueza da faixa superior para a inferior.

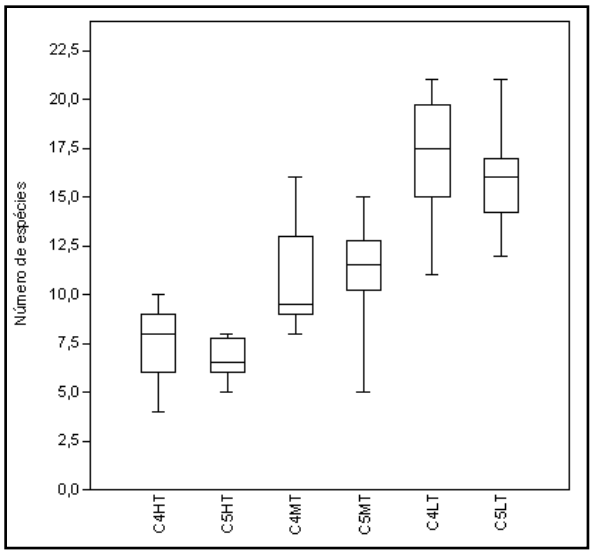


Figura 9 - Riqueza de espécies nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) nos canais 4 e 5. As barras correspondem aos intervalos de 10 até 90% dos dados, a caixa corresponde ao conjunto de 25-75% dos dados e a linha transversal da caixa representa a mediana.

Houve maior diversidade na faixa de maré baixa dos canais 4 e 5 e os menores valores na maré média dos dois canais (Figura 8). A dominância foi maior

na maré média (D= 0,8445 e 0,7993, canais 4 e 5 respectivamente) e, em contrapartida, foi menor na maré baixa do canal 4, faixa com maior diversidade neste ponto amostral. Possivelmente esta maior dominância da faixa intermediária, pode ser explicada pela ampla ocupação da espécie *M. solisianus*.

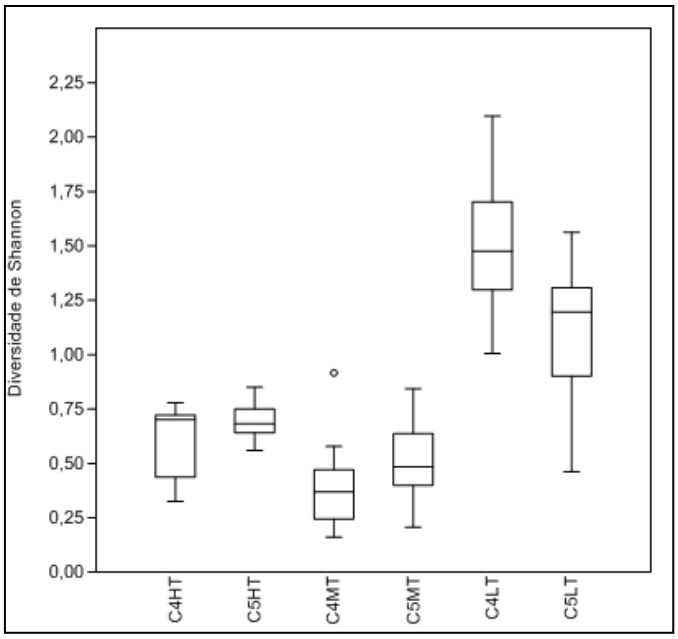
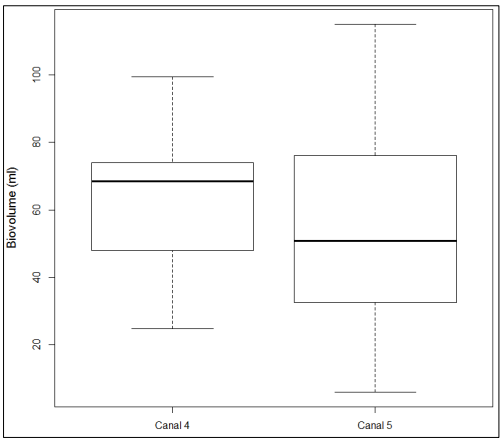


Figura 10 - Índice de diversidade de Shannon-Wiener por faixa de maré nos dois canais. As barras correspondem aos intervalos de 10 até 90% dos dados, a caixa corresponde ao conjunto de 25-75% dos dados e a linha transversal da caixa representa a mediana.

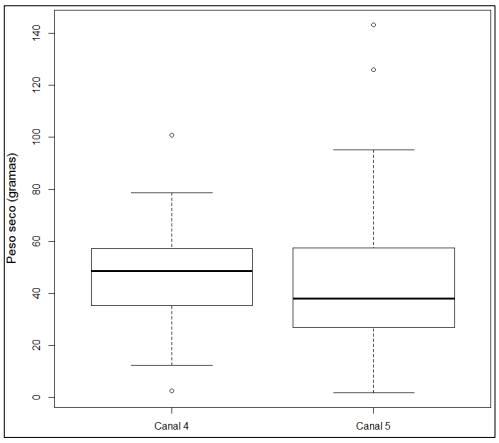
No teste aplicado (MANOVA), utilizando a biomassa média de todas as espécies da comunidade, houve diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$) entre as faixas de maré e entre os canais 4 e 5. Na MANOVA realizada com *Chthamalus* spp., houve diferença significativa entre os canais. *C. rhizophorae* apresentou diferença significativa nas faixas de maré, porém sem diferenças entre os canais. Esta espécie distribui-se na parte inferior do médio litoral, e neste estudo esteve presente principalmente nas amostras desta faixa. A comunidade e *Chthamalus* spp. apresentaram interação positiva entre as faixas de maré e os canais. O biovolume da comunidade foi maior na faixa de maré média e alta no canal 4 e na maré alta do canal 5. A mediana do peso seco foi semelhante nas três faixas de maré do canal 4, enquanto no canal 5 o peso seco foi maior na maré alta e na maré baixa apresentou alguns valores extremos (altos). *C. rhizophorae* não apresentou interação positiva.

Tabela 2 – MANOVA com biovolume e peso seco da comunidade e para as espécies *Chthamalus* spp. e *Crassostrea rhizophorae*. GL = graus de liberdade; Pillai = estatística de Pillai; F = estatística F; GL_{num} = graus de liberdade do numerador; GL_{den} = graus de liberdade do denominador; p = probabilidade; '*'= 0.001; '**'= 0.01; '*' = 0.05**

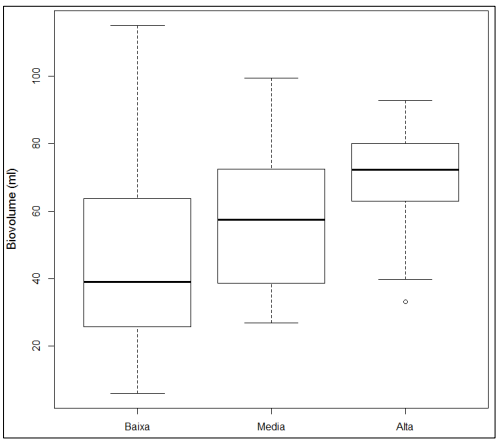
Comunidade						
	GL	Pillai	F	GL_{num}	GL_{den}	p
Maré	2	0,58654	18,6734	4	180	p<0.001 ***
Canal	1	0,13523	6,9589	2	89	0.001556 **
Maré:Canal	2	0,1617	3,9582	4	180	0.004194 **
Resíduos	90					
Chthamalus spp.						
	GL	Pillai	F	GL_{num}	GL_{den}	p
Maré	1	0,74628	86,77	2	59	p<0,001 ***
Canal	1	0,16849	5,977	2	59	0,004327 **
Maré:Canal	1	0,18287	6,602	2	59	0,002585 **
Resíduos	60					
Crassostrea rhizophorae						
Maré	1	0,37567	17,7506	2	59	p<0.001 ***
Canal	1	0,07496	2,3904	2	59	0,1004
Maré:Canal	1	0,06506	2,0527	2	59	0,1375
Resíduos	60					



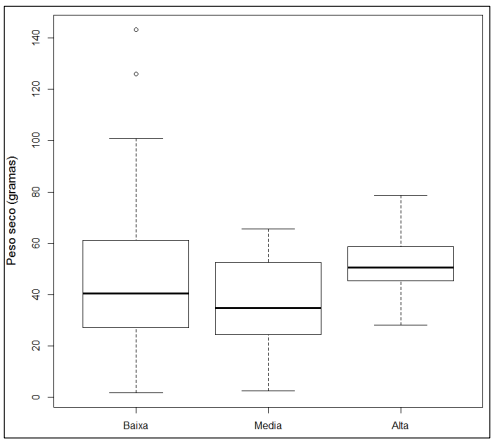
A - Biovolume da comunidade nos canais 4 e 5



B - Peso seco da comunidade nos canais 4 e 5

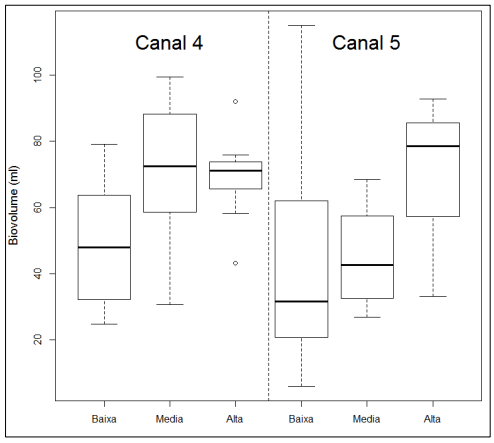


C - Biovolume da comunidade nas faixas



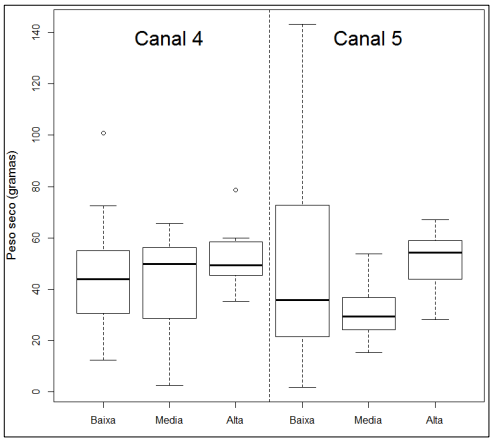
D - Peso seco da comunidade nas faixas

de maré

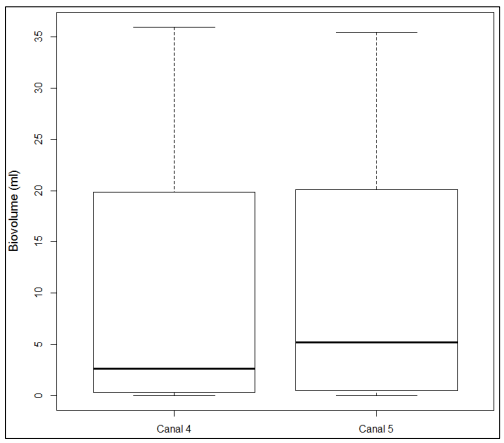


E - Interação entre biovolume da comunidade nos canais e faixas de maré

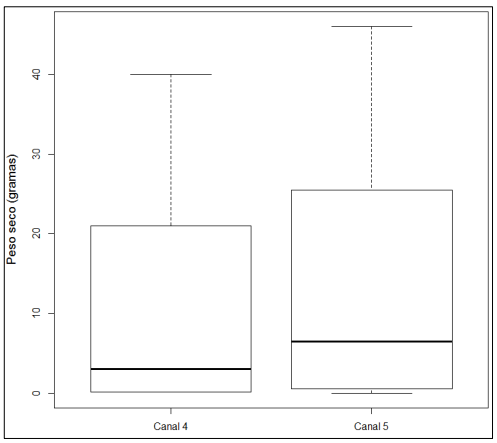
de maré



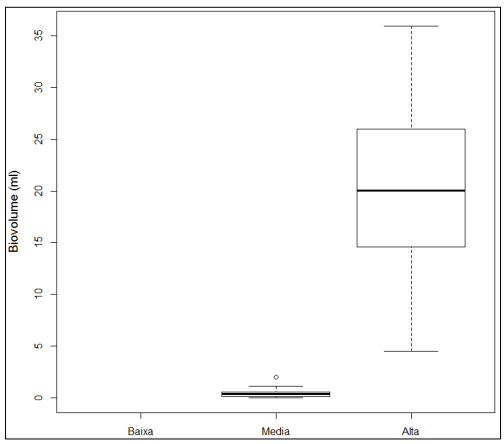
F - Interação entre peso seco da comunidade nos canais e faixas de maré



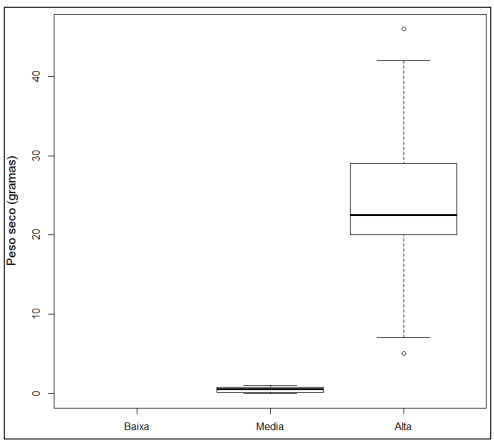
A' - Biovolume de *Chthamalus* spp. nos canais 4 e 5



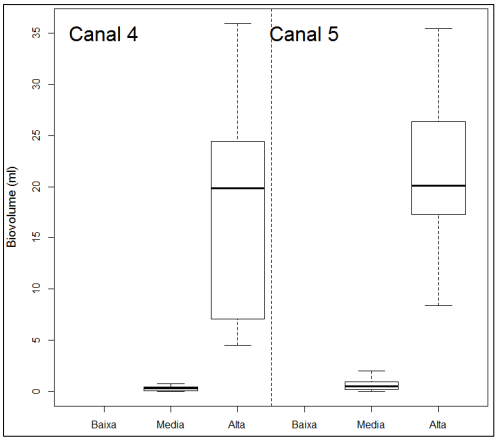
B' - Peso seco de *Chthamalus* spp. nos canais 4 e 5



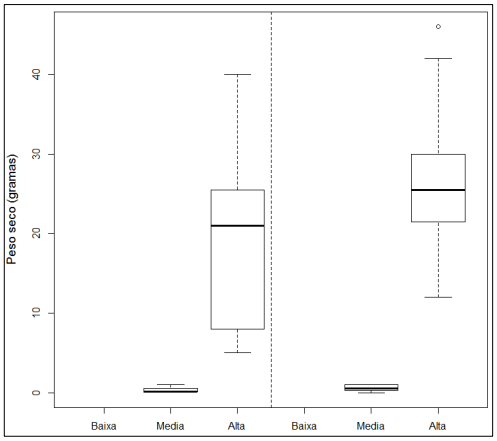
C' - Biovolume de *Chthamalus* spp. nas faixas de maré



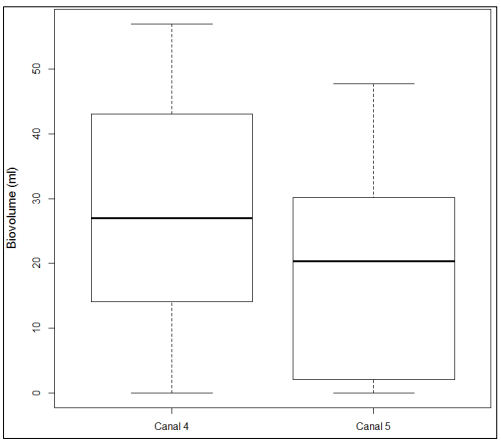
D' - Peso seco de *Chthamalus* spp. nas faixas de maré



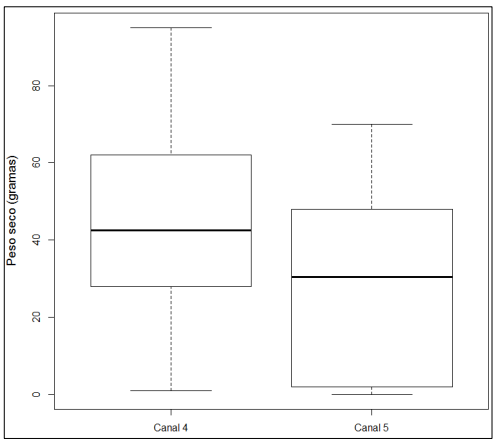
E’ - Interação entre biovolume de *Chthamalus* spp. nos canais e faixas de maré



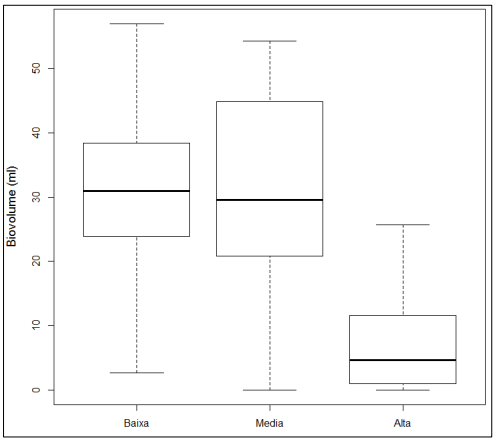
F’ - Interação entre peso seco de *Chthamalus* spp. nos canais e faixas de maré



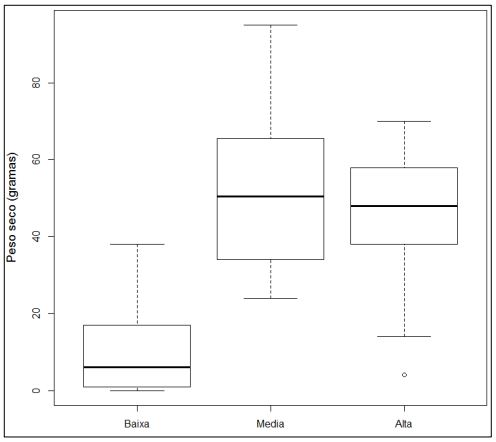
A” - Biovolume de *M. solisianus* nos canais 4 e 5



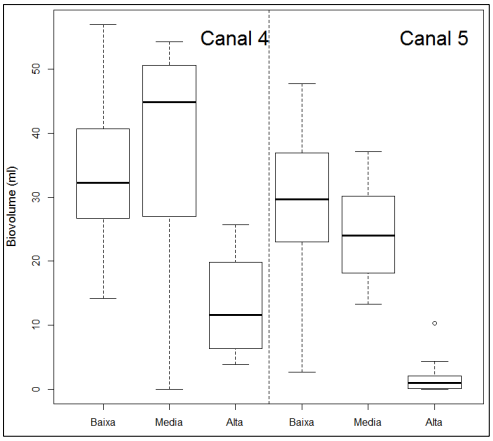
B” - Peso seco de *M. solisianus* nos canais 4 e 5



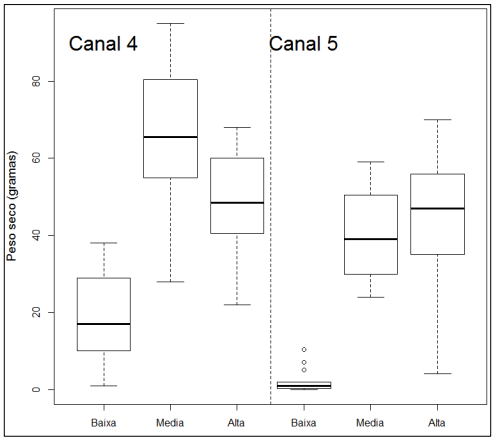
C” - Biovolume de *M. solisianus* nas faixas de maré



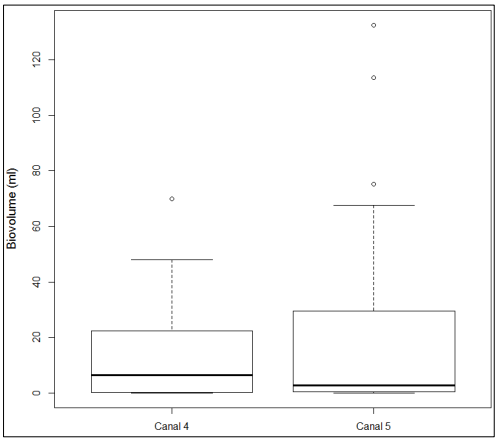
D” - Peso seco de *M. solisianus* nas faixas de maré



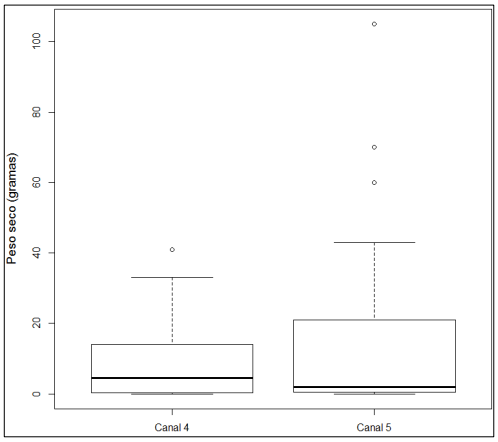
E” - Interação entre biovolume de *M. solisianus* nos canais e faixas de maré



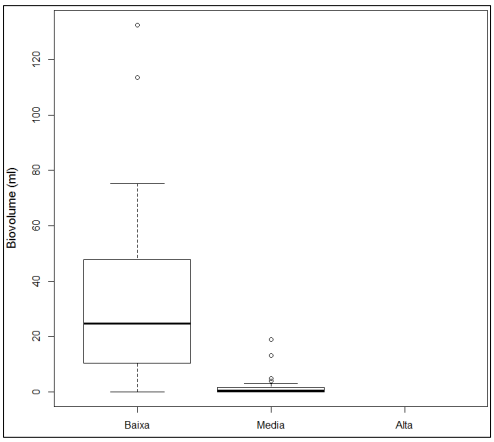
F” - Interação entre peso seco de *M. solisianus* nos canais e faixas de maré



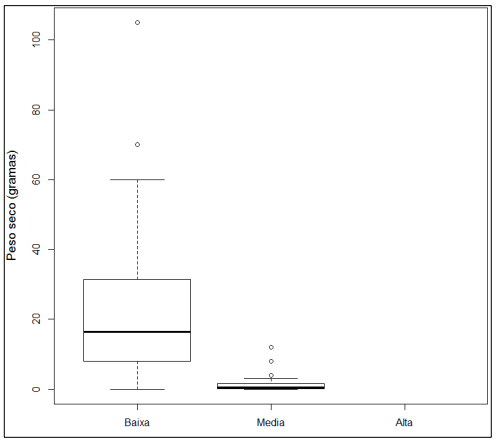
A* - Biovolume de *C. rhizophorae* nos canais 4 e 5



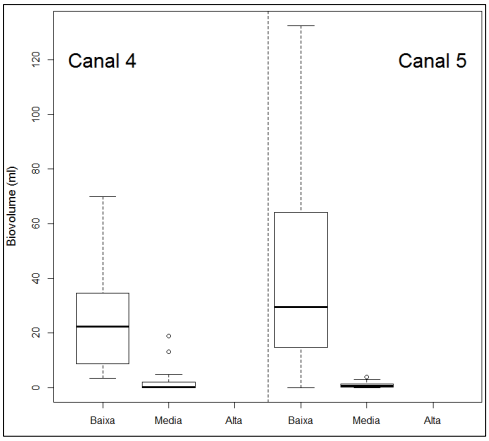
B* - Peso seco de *C. rhizophorae* nos canais 4 e 5



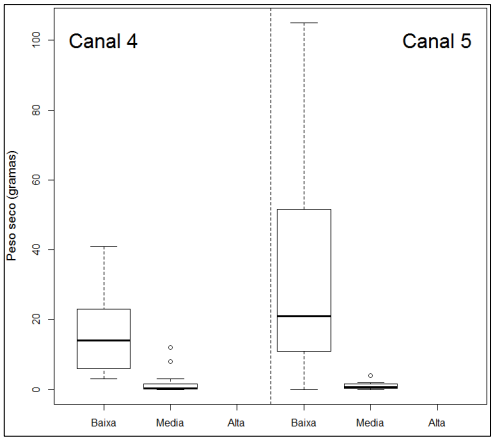
C* - Biovolume de *C. rhizophorae* nas faixas de maré



D* - Peso seco de *C. rhizophorae* nas faixas de maré



E* - Interação entre biovolume de *C. rhizophorae* nos canais e faixas de maré



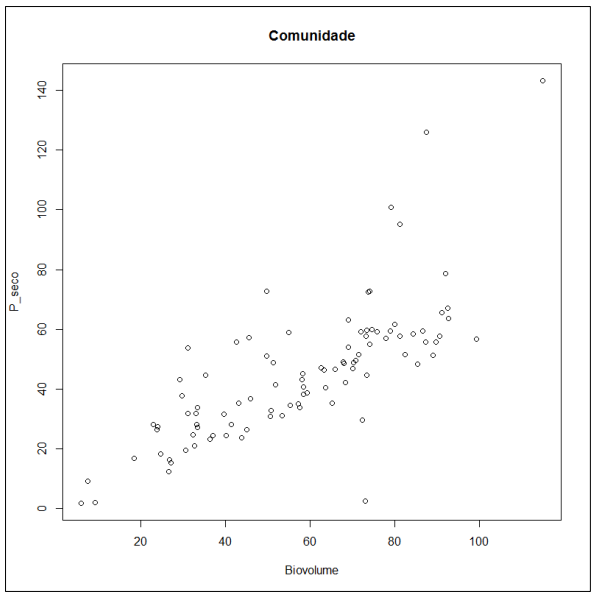
F* - Interação entre peso seco de *C. rhizophorae* nos canais e faixas de maré

Figura 11 – Boxplot do biovolume e peso seco da comunidade, *Chthamalus* spp. (’), *M. solisianus* (”) e *C. rhizophorae* (*) nos canais 4 e 5 (A e B) e nas faixas de maré baixa, média e alta (C e D) e da interação entre os canais e as faixas de maré (E e F).

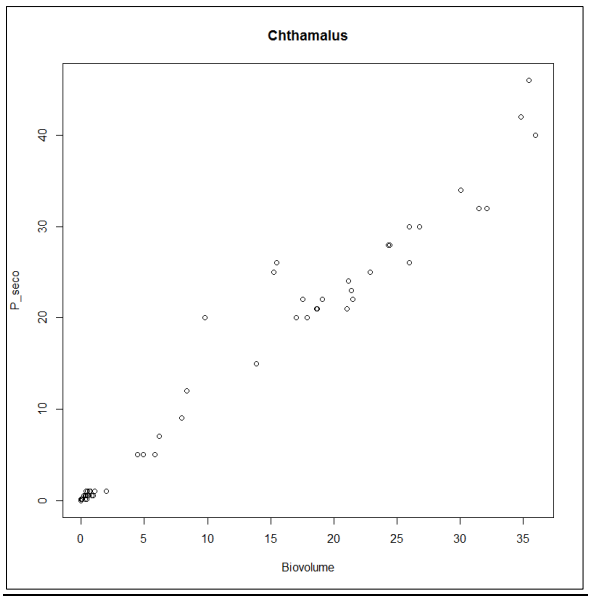
Por não apresentar correlação entre o peso seco e o biovolume, realizou-se a análise de variância de *M. solisianus*, na qual houve diferença significativa entre as faixas e entre os canais para os dois descritores utilizados (biovolume e peso seco). Por outro lado, o peso seco livre de cinzas não mostrou ser um descritor da espécie que apresentasse diferença significativa entre os tratamentos. O peso seco foi maior na maré média do canal 4 e na maré alta do canal 5 e a maré baixa do canal 5 apresentou os menores valores para a espécie (Figura 11), deste modo apresentando interação positiva entre canais e faixas de maré (Tabela 3).

Tabela 3 – ANOVA com dados de biovolume, peso seco e peso seco livre de cinzas de *Mytilaster solisianus*. GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio, F = estatística F, p = probabilidade

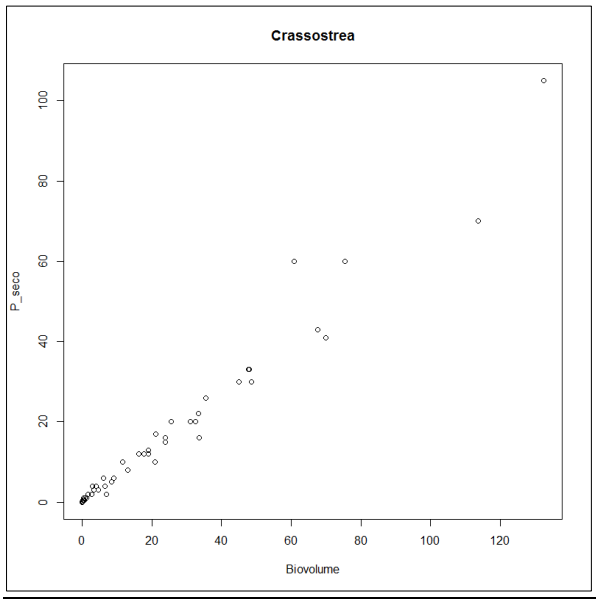
Biovolume					
Fator	GL	SQ	QM	F	p
Maré	2	12109,65	6054,825	56,59798	p<0,001
Canal	1	2433,818	2433,818	22,75032	p<0,001
Resíduos	92	9842,116	106,9795		
Peso seco					
Maré	2	33062,07	16531,03	84,86506	p<0,001
Canal	1	5914,19	5914,19	30,36157	p<0,001
Maré:Canal	2	1498,005	749,0026	3,845141	0,024981
Resíduos	90	17531,28	194,792		
Peso seco livre de cinzas					
Maré	1	0,02858	0,02858	0,025544	0,874545
Canal	1	0,047704	0,047704	0,042638	



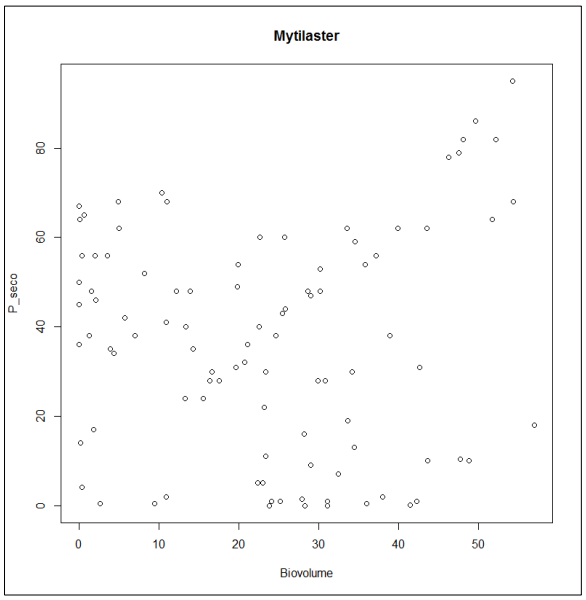
A - Comunidade



B - *Chthamalus bisinuatus*



C - *Crassostrea rhizophorae*



D - *Mytilaster solisianus*

Figura 12 – Correlação entre peso seco e biovolume com dados da biomassa da comunidade (A) e das espécies *C. bisinuatus* (B), *C. rhizophorae* (C) e *M. solisianus* (D).

Sucessão da comunidade

Visualmente percebeu-se que em novembro os *quadrats* raspados ainda estavam bem delimitados, sendo reocupados principalmente por *E. ziczac*, *Lottia subrugosa*, *Chthamalus* spp. e *Ulva lactuca*. Ovos de *Stramonita haemastoma* foram observados no interior de conchas vazias. Após 6 meses (fevereiro), os *quadrats* estavam ficando com tamanho reduzido crescendo mexilhões nas margens do mesmo e *Chthamalus* spp na região central.

No mês de maio, praticamente toda a área dos *quadrats* foram recobertas, ficando difícil a identificação das parcelas. Os *quadrats* raspados em fevereiro demonstraram menor ocupação do que os demais. A alga *Ulva lactuca* praticamente não estava mais presente e os mexilhões *M. solisianus* sofreram grande redução em suas populações. No entanto a outra espécie de alga, *Ulva flexuosa*, predominava nas faixas de maré baixa e intermediária. Observaram-se algumas "clareiras" (espaços vazios colonizáveis) nas faixas superiores, na área ocupada por mexilhões e cracas. No canal 5 havia menos mexilhões do que no canal 4 assim como mais "clareiras". O canal 4 teve maior reocupação em relação ao canal 5, sendo pouco perceptíveis os *quadrats* das coletas anteriores.

Em agosto, os quadrats raspados estavam totalmente reocupados, quase indistinguíveis das áreas ao redor, mas havia alguns espaços colonizáveis no local de estudo. Sugere-se estudo de biomassa em conjunto com estudo da porcentagem de cobertura do substrato a fim de relacionar o incremento de biomassa na comunidade com o aumento da cobertura do substrato colonizável. As tabelas 2 e 3 apresentam a biomassa que reocupou as áreas raspadas em diferentes períodos de sucessão: após 3 meses (novembro, 2013); após 6 (fevereiro, 2014); 9 (maio, 2014) e 12 meses (agosto, 2014).

Tabela 4 - Biomassa expressa em biovolume de cada período de coleta no canal 4 (novembro de 2013; fevereiro, maio, agosto de 2014)

Faixa de maré	**Maré alta**				**Maré média**				**Maré baixa**			
Espécie / Período	**Nov**	**Fev**	**Mai**	**Ago**	**Nov**	**Fev**	**Mai**	**Ago**	**Nov**	**Fev**	**Mai**	**Ago**
Amphibalanus amphitrite	0,00	0,13	0,18	0,53	0,00	0,08	0,38	2,02	0,08	0,30	8,00	0,35
Amphipoda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,05
Anthopleura sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,07	0,08	0,03	0,08	0,07
Brachidontes darwinianus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,15	1,58
Chthamalus spp	1,38	2,00	4,88	10,17	0,08	0,10	0,03	0,15	0,03	0,00	0,03	0,02
Crassostrea rhizophorae	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,13	1,03	4,20	2,25	5,00	33,50	7,83
Dreissena polymorpha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	3,75
Echinolittorina ziczac	0,10	0,10	0,20	0,22	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Enchiridium spp	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Heterospionidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,03	0,10
Isognomon bicolor	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,17	0,13	0,13	0,00	0,00
Littoraria flava	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lottia subrugosa	0,20	0,00	0,00	0,10	0,88	0,18	0,00	0,02	0,63	0,05	0,18	0,05
Mytella charruana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
Mytilaster solisianus	11,75	6,63	11,75	15,00	10,50	32,25	0,50	39,68	3,50	0,03	2,13	9,00

Tabela 4 - continuação

Pachygrapsus transversus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02
Paradella dianae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,02
Perinereis sp	0,08	0,00	0,40	0,15	0,10	0,65	0,15	0,22	0,53	0,08	0,53	0,30
Perna perna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,83
Polychaeta não-identif.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Sipuncula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sphenia fragilis	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,22	0,53	0,05	0,10	3,67
Stramonita haemastoma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Syllidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,03	0,03	0,05	0,00
Tetraclita stalactifera	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Ulva flexuosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,25	0,00	0,13	3,00	1,75	0,00
Ulva lactuca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,13	0,00	8,25	0,00	0,40	1,67

Tabela 5 - Biomassa expressa em biovolume de cada período de coleta no canal 5 (novembro de 2013; fevereiro, maio, agosto de 2014)

Faixa de maré	**Maré alta**				**Maré média**				**Maré baixa**			
Espécie / Período	**Nov**	**Fev**	**Mai**	**Ago**	**Nov**	**Fev**	**Mai**	**Ago**	**Nov**	**Fev**	**Mai**	**Ago**
Amphibalanus amphitrite	0,00	0,03	0,08	0,23	0,25	0,30	0,93	0,38	0,00	1,03	1,75	4,50
Amphipoda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
Anthopleura sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,08	0,05
Brachidontes darwinianus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,10
Chthamalus spp	0,75	1,38	6,25	11,00	0,55	0,28	0,75	0,53	0,05	0,03	0,00	0,03
Crassostrea rhizophorae	0,00	0,00	0,00	0,02	0,75	0,13	0,38	0,95	0,50	8,78	5,75	6,83
Echinolittorina ziczac	0,10	0,10	0,18	0,17	0,50	0,03	0,00	0,07	0,00	0,03	0,00	0,00
Enchiridium spp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Heterospionidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,10
Isognomon bicolor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,27
Littoraria flava	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Lottia subrugosa	0,10	0,00	0,00	0,03	0,50	0,03	0,13	0,07	0,50	0,30	0,05	0,07
Mytella charruana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Mytilaster solisianus	2,50	0,40	0,40	3,08	9,00	20,50	0,40	28,00	0,75	0,58	0,10	13,67
Pachygrapsus transversus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Panopeus sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Paradella dianae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,00	0,03
Perinereis sp	0,00	0,00	0,03	0,03	0,10	0,20	0,05	0,17	0,10	0,10	0,10	0,10
Perna perna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Polychaeta não-identificado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Sipuncula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Sphenia fragilis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,43	0,00	0,05	0,10	1,67
Syllidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
Ulva flexuosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,25	0,85	2,25	1,25	2,25	0,00
Ulva lactuca	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,15	0,45	0,50	0,05	0,15	0,95

Considerando todo o período de observação, *Stramonita haemastoma*, *Tetraclita stalactifera* e a espécie invasora *Dreissena polymorpha* ocorreram apenas no canal 4, enquanto *Panopeus* sp ocorreu somente no canal 5. Foram encontrados 27 taxa no canal 4 e 25 no canal 5.

A riqueza de espécies foi maior nas faixas inferiores e nos trimestres finais (Figura 11). No canal 4, a riqueza da faixa de maré baixa sofreu uma drástica redução após o período do verão e recuperando-se no inverno, ao passo que no canal 5 houve uma pequena queda no número de espécies no terceiro trimestre, mas superando no trimestre final. Nas outras faixas a riqueza se manteve praticamente constante com acréscimo expressivo de espécies. A diversidade de Shannon mostrou os maiores valores no canal 5, porém sem diferenças significativas (p>0,5) e a mediana foi similar nos dois canais (Figura 12).

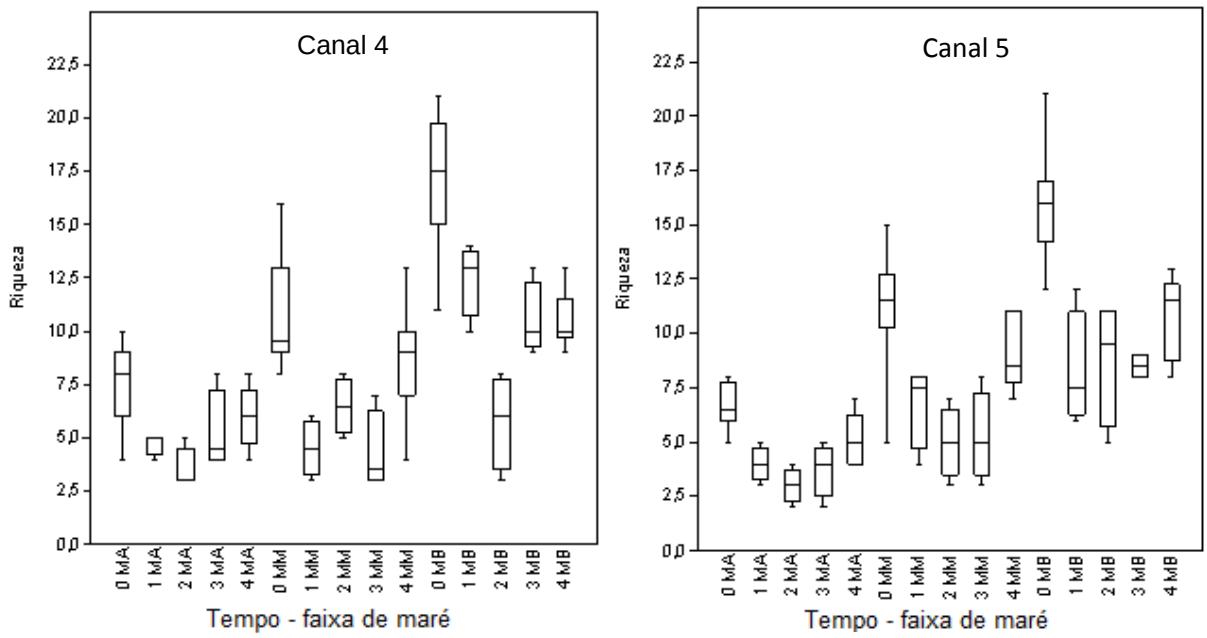


Figura 13 - Variação da riqueza de espécies em diferentes períodos de sucessão nos canais 4 e 5. Tempo: 0 – agosto/13; 1 – novembro/13; 2 – fevereiro/14; 3 – maio/14; 4 – agosto/14. MA – Maré alta; MM – Maré média; MB – Maré baixa.

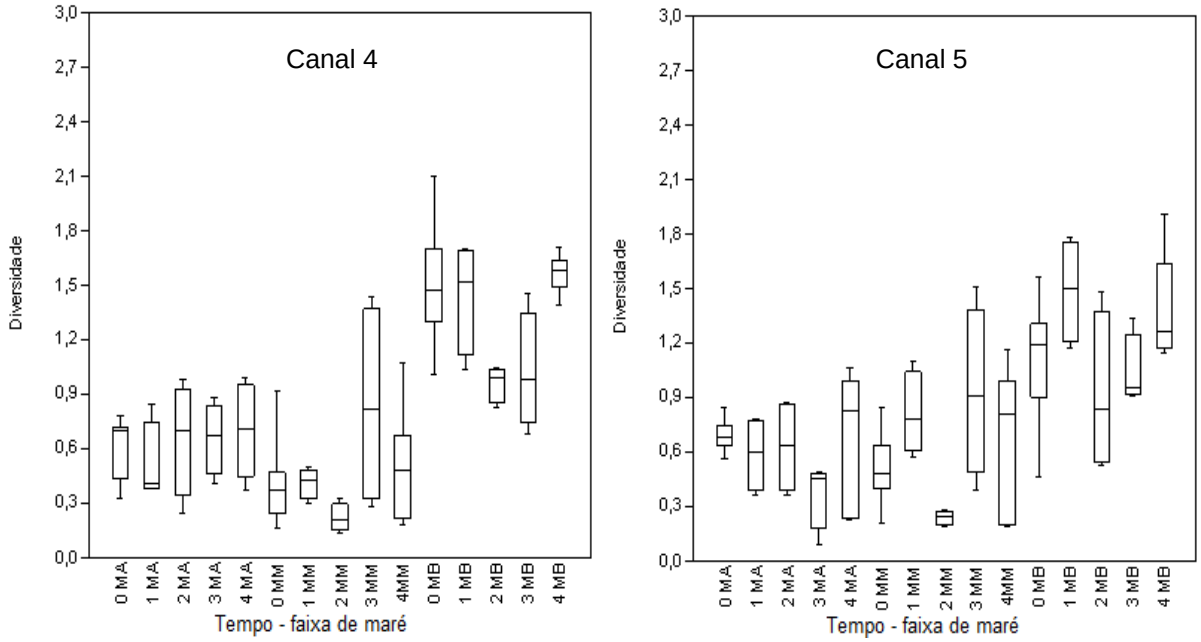
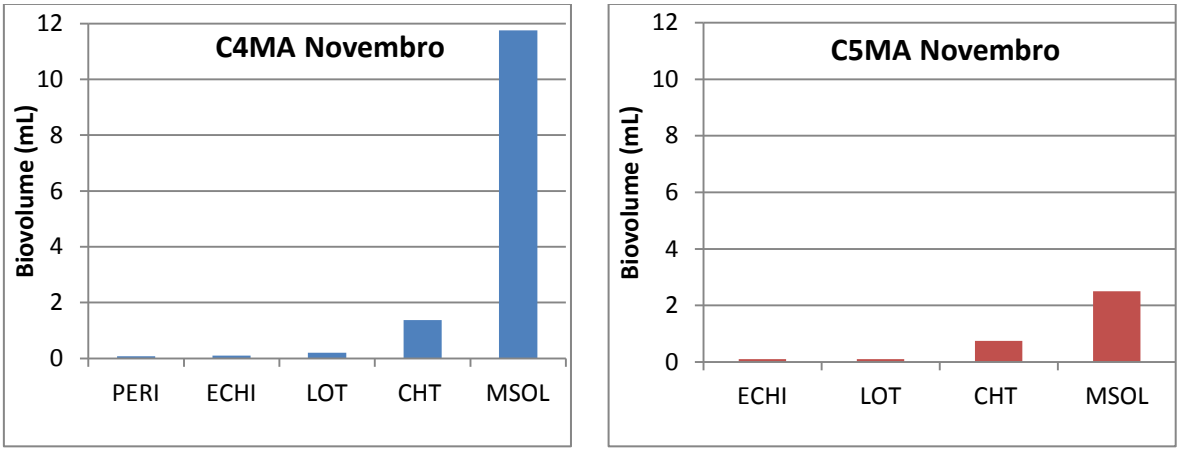
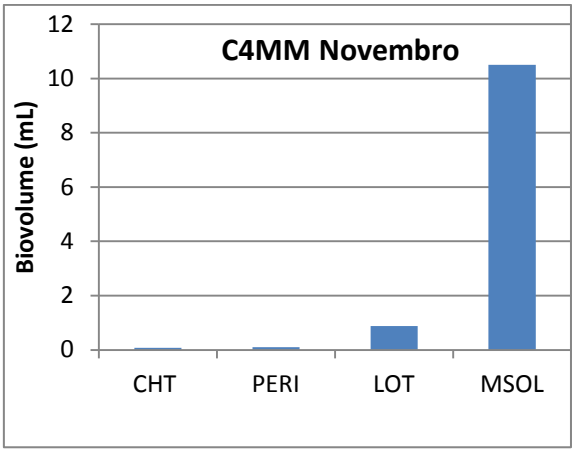
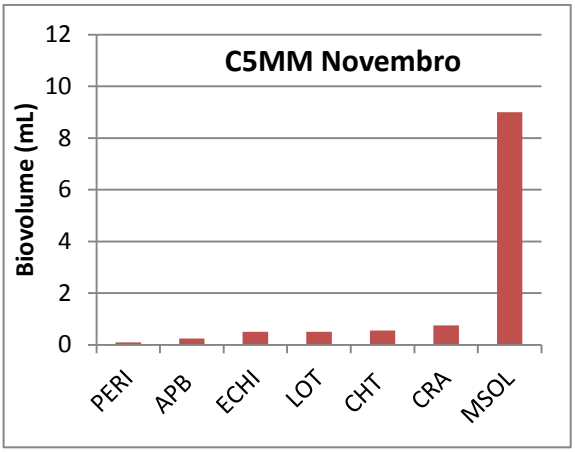


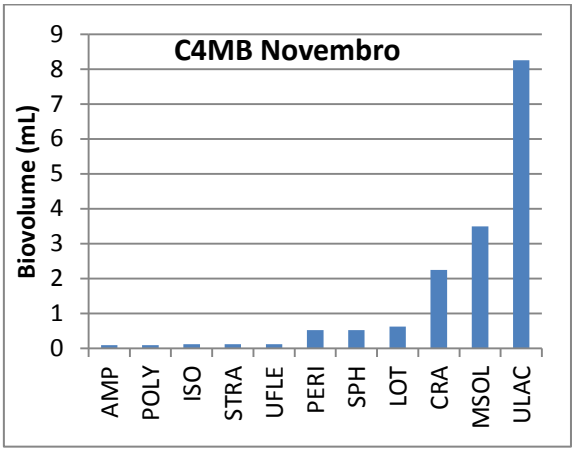
Figura 14 - Variação da diversidade de Shannon-Wienner em diferentes períodos de sucessão nos canais 4 e 5. Tempo: 0 – agosto/13; 1 – novembro/13; 2 – fevereiro/14; 3 – maio/14; 4 – agosto/14. MA – Maré alta; MM – Maré média; MB – Maré baixa

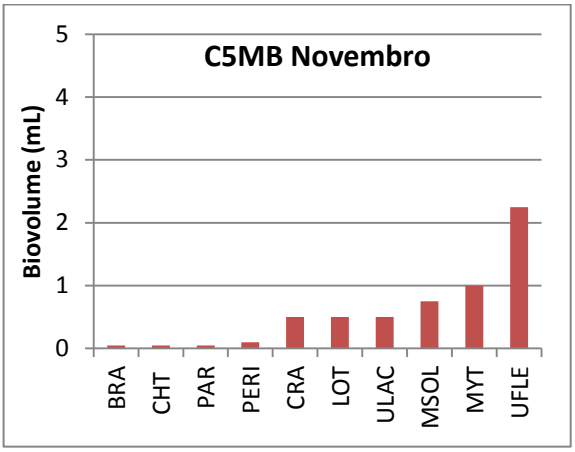
No canal 4, as mesmas espécies foram dominantes tanto na ocupação pioneira do substrato disponível quanto nos períodos que se sucederam: *Chthamalus* spp e *Mytilaster solisianus* na faixa de maré alta; e *Crassostrea rhizophorae*, *Ulva flexuosa* e *Ulva lactuca* na faixa de maré média e baixa. De forma semelhante ocorreu no canal 5, exceto pela dominância de *M*. *solisianus* apenas, na maré média. Analisando a figura 14, que contêm valores médios de biovolume das espécies mais importantes segundo o ranqueamento realizado, é possível perceber que a biomassa distribui-se de forma mais equitativa em alguns períodos, mas geralmente poucas espécies são dominantes enquanto outras exibem pouca biomassa.

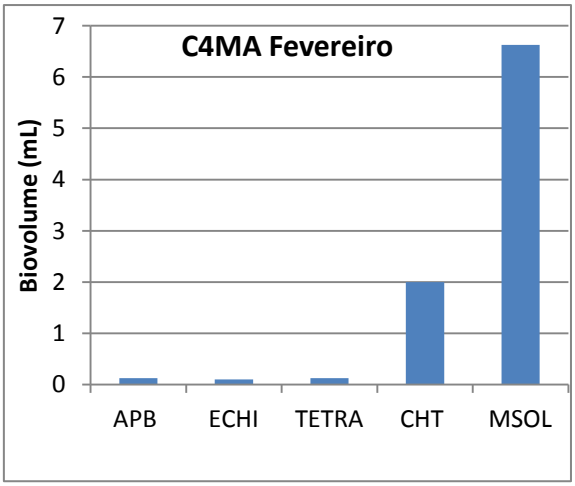


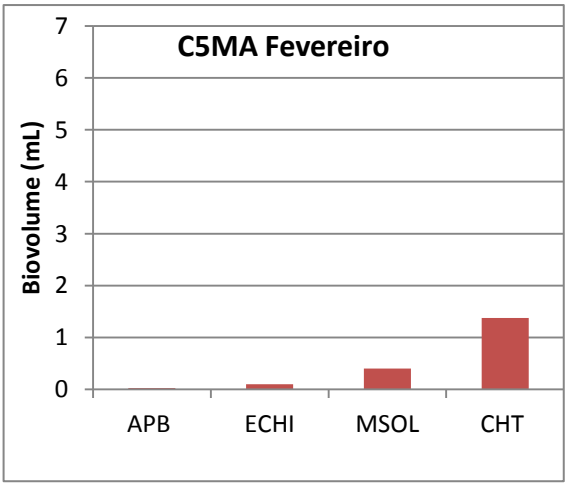

C4MM Novembro
Biovolume (mL)
12
10
8
6
4
2
0
CHT
PERI
LOT
MSOL

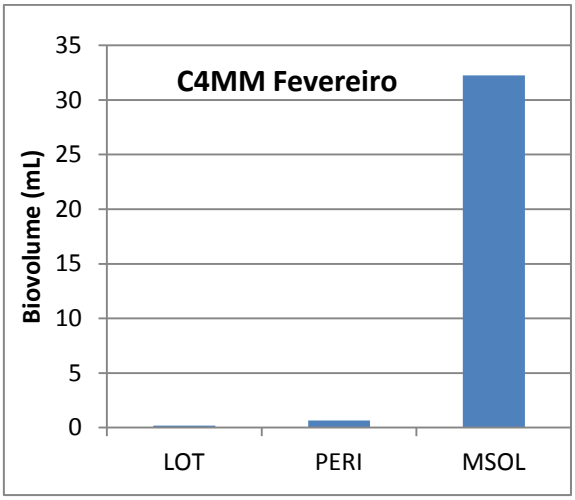

C5MM Novembro
Biovolume (mL)
12
10
8
6
4
2
0
PERI
APB
ECHI
LOT
CHT
CRA
MSOL

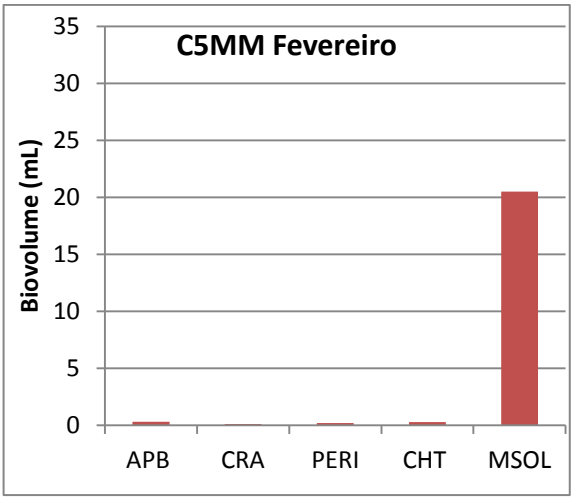

C4MB Novembro
Biovolume (mL)
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
AMP
POLY
ISO
STRA
UFLE
PERI
SPH
LOT
CRA
MSOL
ULAC

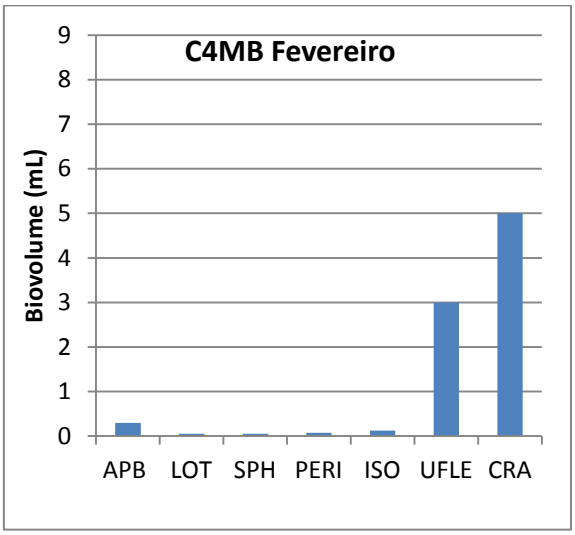

C5MB Novembro
Biovolume (mL)
5
4
3
2
1
0
BRA
CHT
PAR
PERI
CRA
LOT
ULAC
MSOL
MYT
UFLE

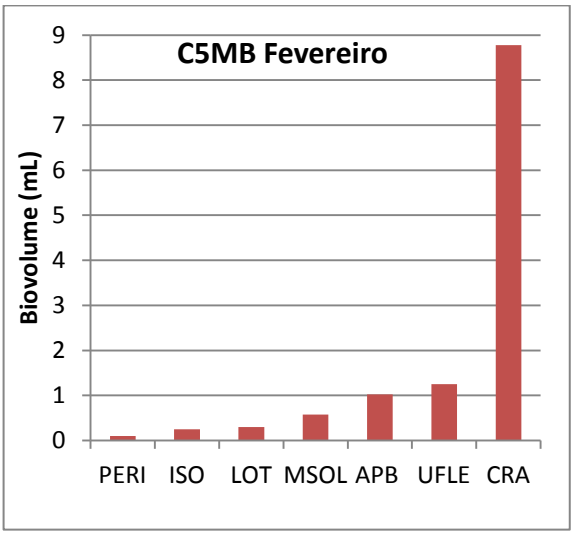

C4MA Fevereiro
Biovolume (mL)
7
6
5
4
3
2
1
0
APB
ECHI
TETRA
CHT
MSOL

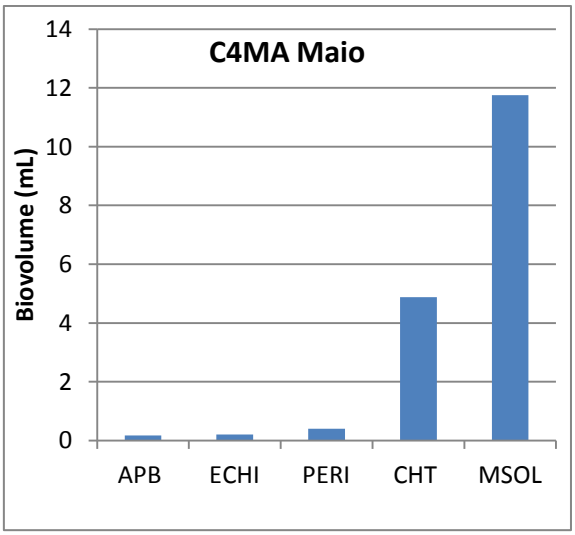

C5MA Fevereiro
Biovolume (mL)
7
6
5
4
3
2
1
0
APB
ECHI
MSOL
CHT

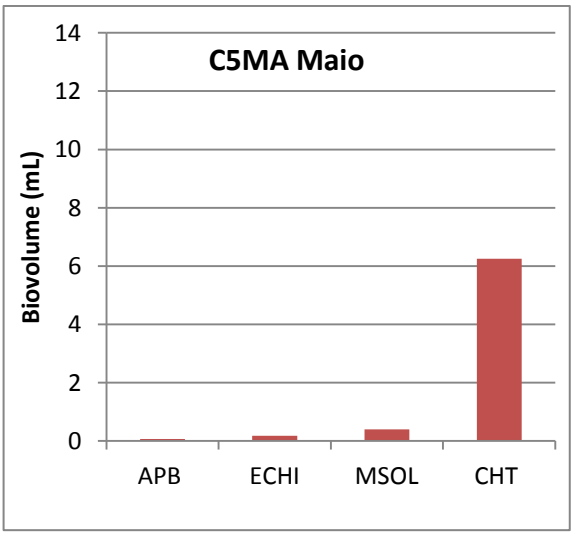

C4MM Fevereiro
Biovolume (mL)
35
30
25
20
15
10
5
0
LOT
PERI
MSOL

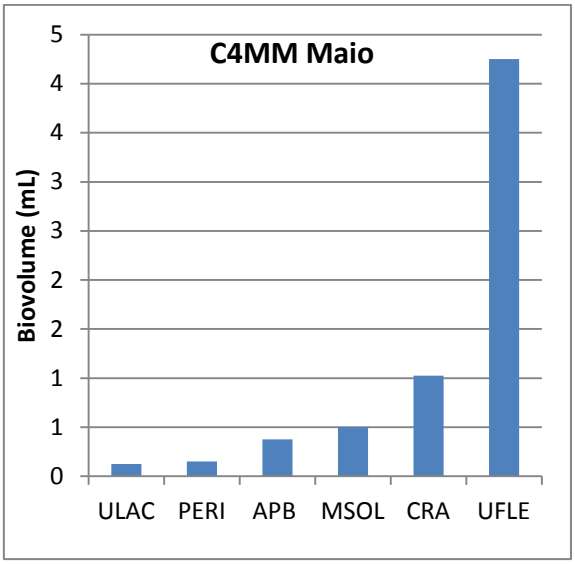

C5MM Fevereiro
Biovolume (mL)
35
30
25
20
15
10
5
0
APB
CRA
PERI
CHT
MSOL

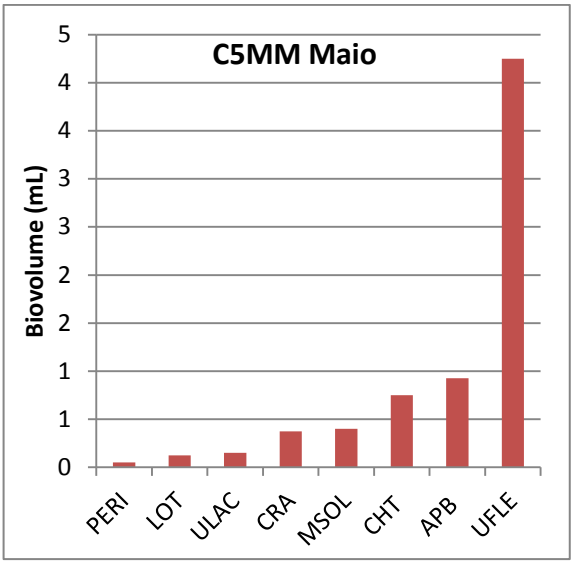

C4MB Fevereiro
Biovolume (mL)
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
APB
LOT
SPH
PERI
ISO
UFLE
CRA

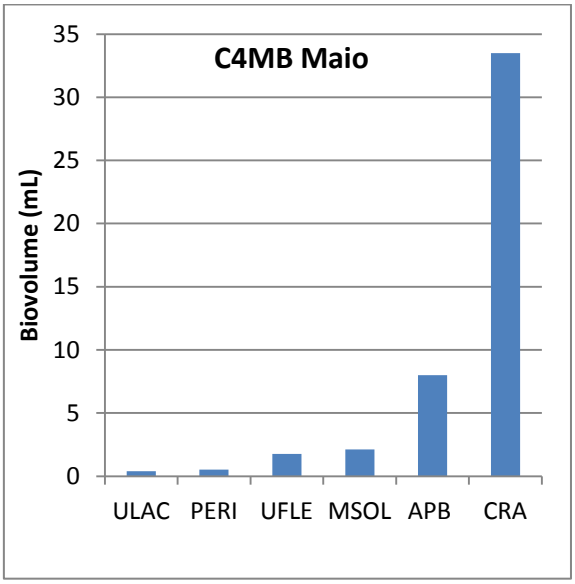

C5MB Fevereiro
Biovolume (mL)
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
PERI
ISO
LOT
MSOL
APB
UFLE
CRA

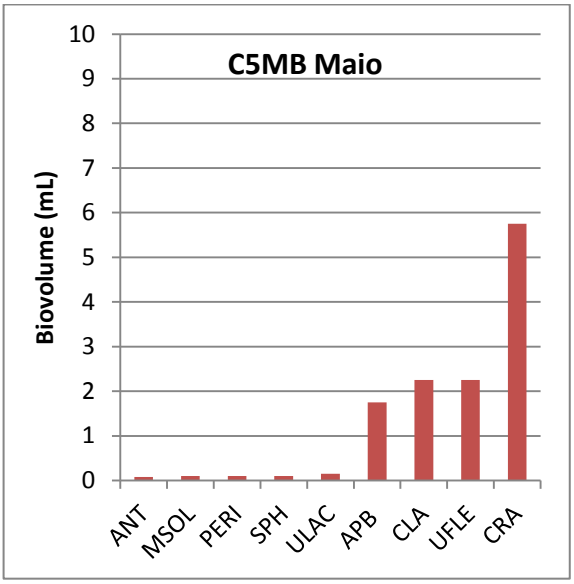

C4MA Maio
Biovolume (mL)
14
12
10
8
6
4
2
0
APB
ECHI
PERI
CHT
MSOL

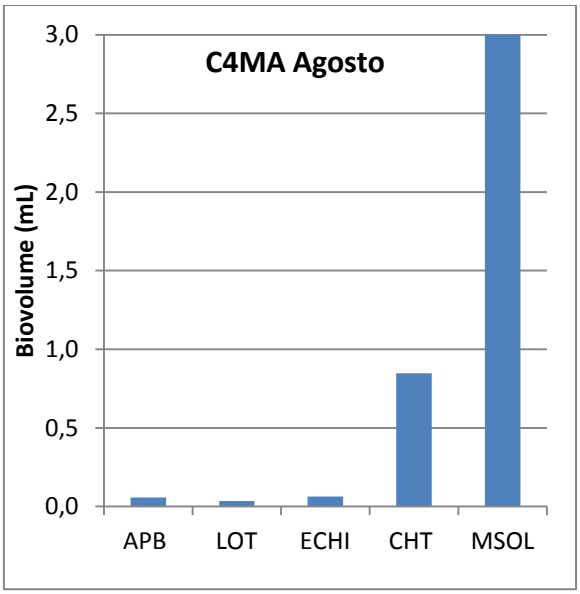

C5MA Maio
Biovolume (mL)
14
12
10
8
6
4
2
0
APB
ECHI
MSOL
CHT

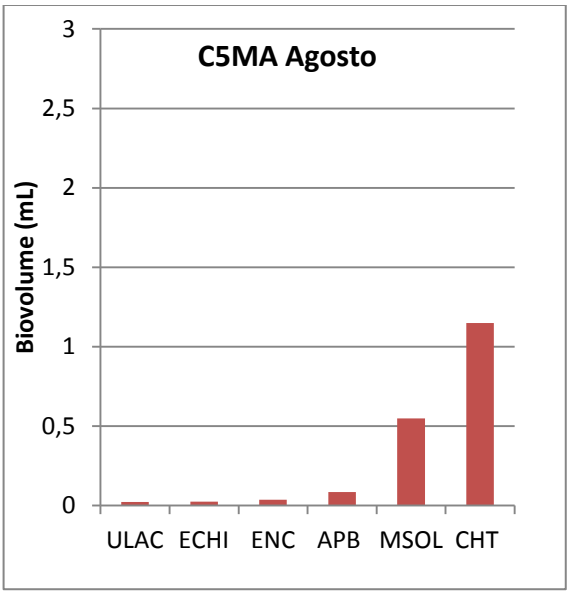

C4MM Maio
Biovolume (mL)
5
4
4
3
3
2
2
1
1
0
ULAC
PERI
APB
MSOL
CRA
UFLE


C5MM Maio
Biovolume (mL)
5
4
4
3
3
2
2
1
1
0
PERI
LOT
ULAC
CRA
MSOL
CHT
APB
UFLE


C4MB Maio
Biovolume (mL)
35
30
25
20
15
10
5
0
ULAC
PERI
UFLE
MSOL
APB
CRA


C5MB Maio
Biovolume (mL)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
ANT
MSOL
PERI
SPH
ULAC
APB
CLA
UFLE
CRA


C4MA Agosto
Biovolume (mL)
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
APB
LOT
ECHI
CHT
MSOL


C5MA Agosto
Biovolume (mL)
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
ULAC
ECHI
ENC
APB
MSOL
CHT

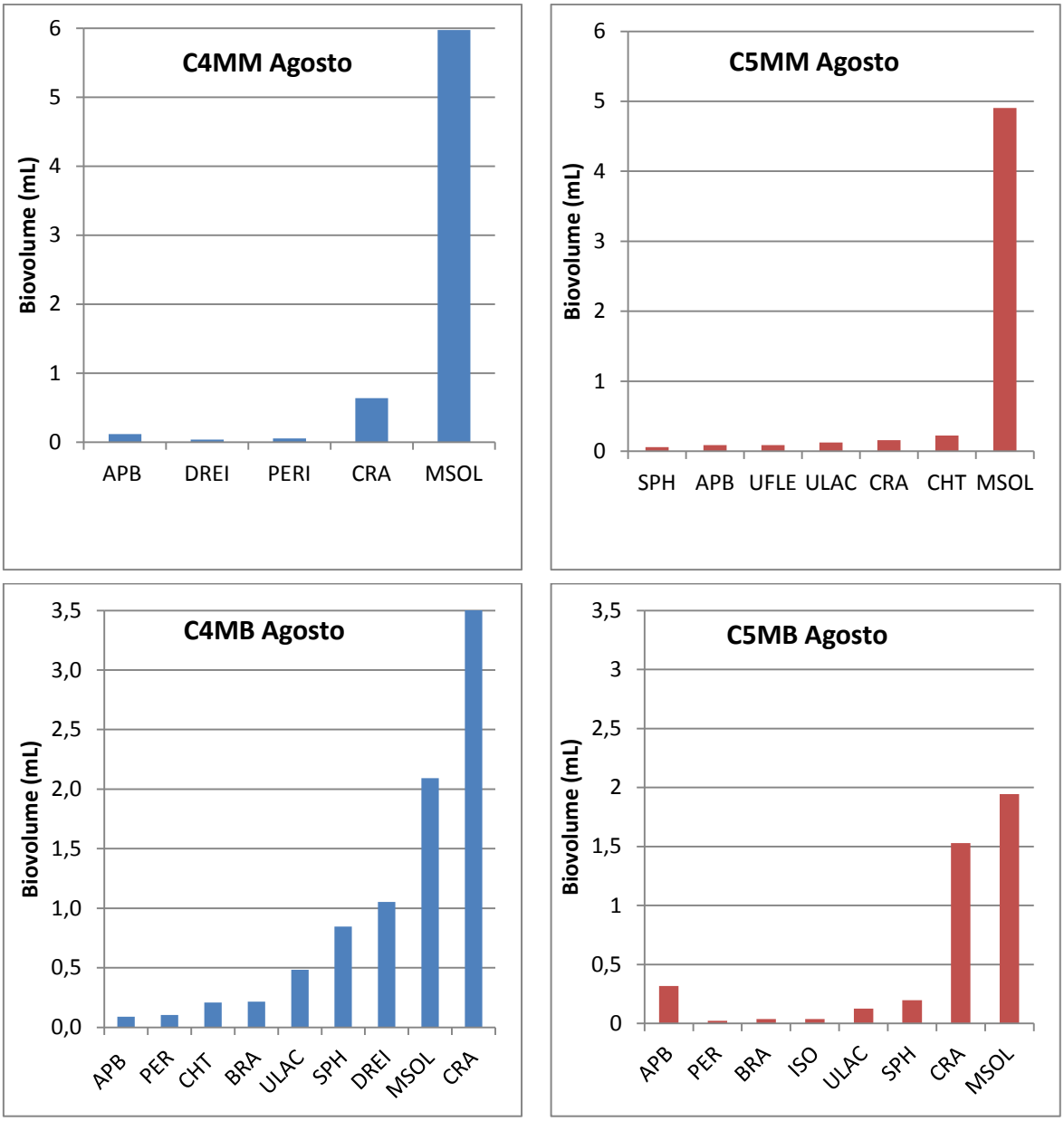


Figura 15 – Biovolume das espécies com maior importância no *rank* de espécies em novembro de 2013, fevereiro, maio e agosto de 2014 nas faixas de maré alta (MA), média (MM) e baixa (MB) nos canais 4 (C4) e 5 (C5)

Na análise de covariância, o modelo com biovolume sem transformação não atendeu ao pressuposto de homogeneidade de variância e normalidade dos resíduos, tendo sido aplicada a transformação logaritmica (log x+1). Canal, maré e período tiveram efeitos significativos e a distância do mar não foi significativa. Todas as interações duplas foram testadas e não foram significativas e por isso foram excluídas do modelo final. O biovolume foi menor tanto no canal 5 como na maré alta.

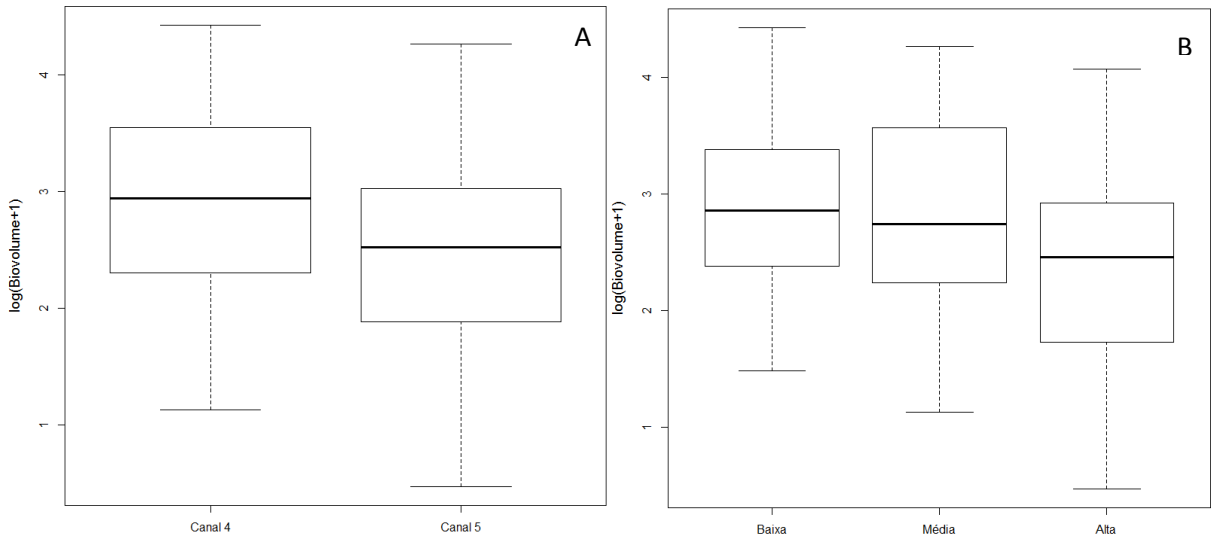


Figura 16: Biovolume nos canais 4 e 5 (A) e nas faixas de maré baixa, média e alta (B)

Tabela 6: Análise de covariância da sucessão da comunidade. GL= graus de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio; F= estatística de F; p= propabilidade; Dmar= distância do mar.

Fator	GL	SQ	QM	F	p	
Canal	1	5.971	59.708	89.379	0.003501	**
Maré	2	9.805	49.025	73.388	0.001053	**
Período	1	15.719	157.192	235.308	4,43E-03	***
Dmar	1	0.644	0.6442	0.9644	0.328411	
Resíduos	102	68.139	0.6680			

Na ANOVA de medida repetida realizada para comparar o peso seco livre de cinzas da comunidade em agosto de 2013 com a de agosto de 2014, após um ano de sucessão, o ano teve efeito significativo, ou seja, a comunidade bentônica de 2013 foi diferente da de agosto de 2014, enquanto os canais e as faixas de maré não tiveram efeito significativo. As interações não foram significativas nesta análise.

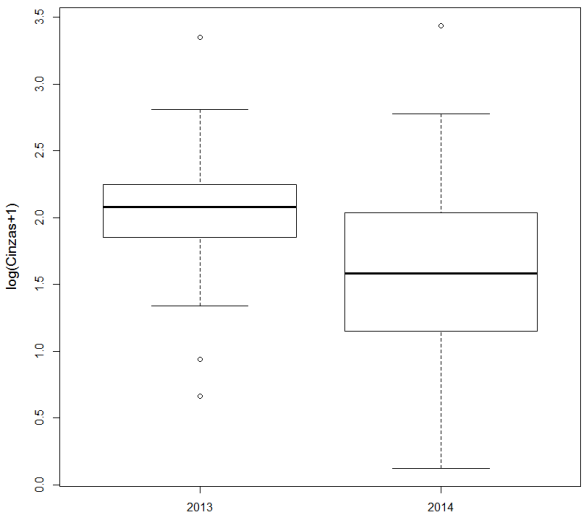


Figura 17 – Peso seco livre de cinzas em agosto de 2013 e em agosto de 2014

Na ordenação da CCA, a riqueza de espécies e diversidade estiveram relacionadas com a temperatura (Figuras 17 e 18). Na faixa de maré média do canal 4 houve um aumento do número de espécie no período do verão, quando a temperatura é mais elevada e no canal 5 manteve-se constante (Figura 11) e não mostrou relação com a temperatura nesta análise. No canal 4, a colimetria e a pluviosidade estiveram relacionadas, mas aparentemente não explicaram as variações nos dados da biota. Na época com maior índice pluviométrico ocorre maior escoamento superficial e consequente lavagem das vias públicas e as comportas são abertas nesta ocasião, resultando no aumento de coliformes termotolerantes na água do mar. No canal 5, a pluviosidade e a temperatura estiveram relacionadas à maioria dos dados de diversidade e riqueza.

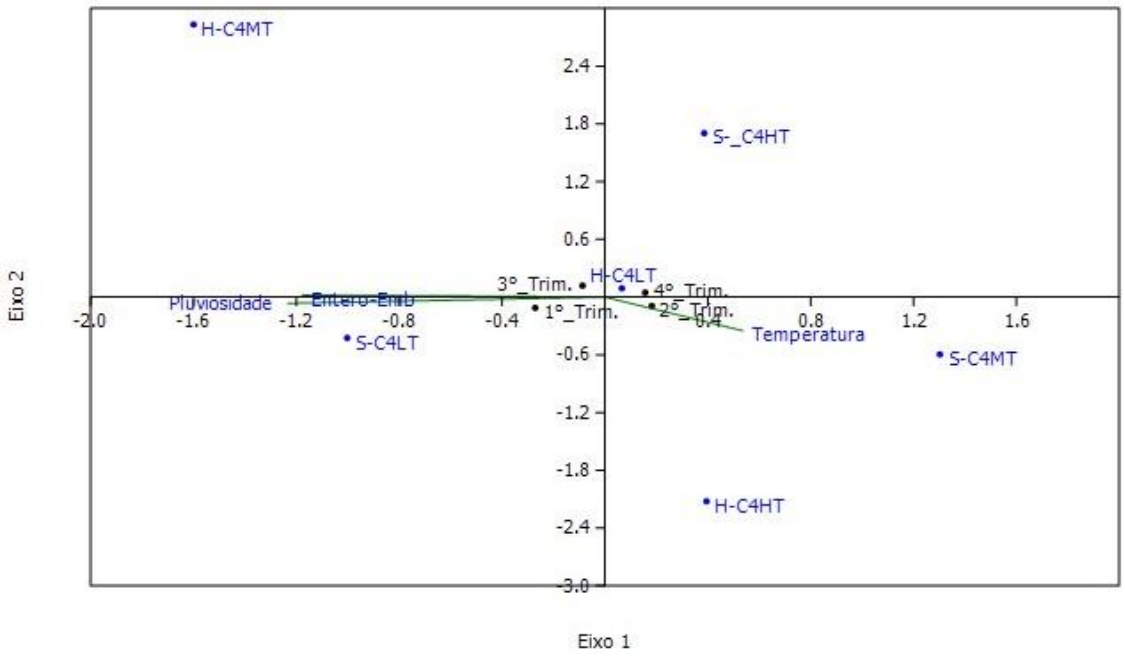


Figura 18 – Representação do primeiro e segundo eixos da CCA para dados de variáveis ambientais (temperatura, pluviosidade e *Enterococcus*) e biológicas do canal 4 (C4). S= Riqueza; H= Diversidade de Shannon; Entero-Emb= *Enterococcus* da praia do Embaré; Entero-Apa= *Enterococcus* da praia da Aparecida.

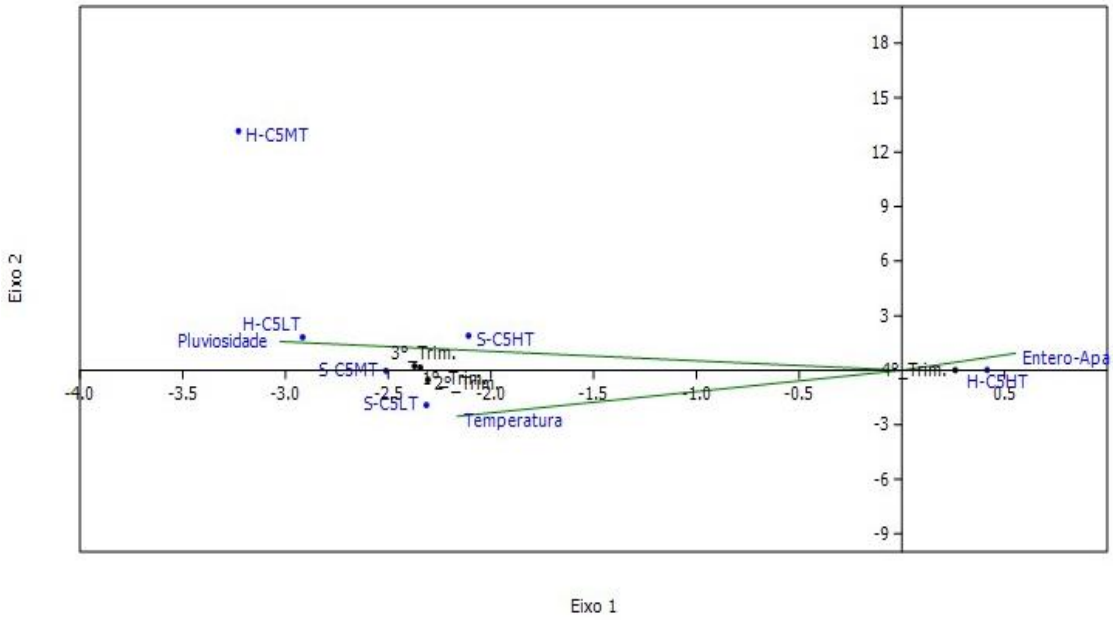


Figura 19 – Representação do primeiro e segundo eixos da CCA para dados de variáveis ambientais (temperatura, pluviosidade e *Enterococcus*) e biológicas do canal 5 (C5). S= Riqueza; H= Diversidade de Shannon; Entero-Emb= *Enterococcus* da praia do Embaré; Entero-Apa= *Enterococcus* da praia da Aparecida.

DISCUSSÃO

Estrutura da comunidade

A ocorrência das espécies nas três faixas foi similar a registrada por Borges (1996), com *Chthamalus* spp ocupando a faixa superior do entremarés, *Mytilaster* sp a faixa intermediária e *Ulva* sp, *Perna perna* e *Crassostrea rhizophorae* a inferior. A riqueza de espécies distribui-se num gradiente sendo menor na faixa superior e maior na inferior (Figura 7). Masi e Zalmon (2008) encontraram nesta mesma faixa correspondente, a qual denomina faixa eulitorânea inferior, maiores riqueza e diversidade.

A espécie invasora *Isognomon bicolor* foi introduzida no Brasil pela água de lastro entre as décadas de 70 e 80 (DOMANESCHI; MARTINS, 2002), encontrada atualmente em praticamente toda costa brasileira, normalmente compete por espaço e alimento com o mexilhão *Perna perna*, traz prejuízos econômicos e ameaças ao

equilíbrio do ecossistema local (SPELTA, 2012) e é capaz de desalojar outras espécies como as do gênero *Brachidontes* ou até mesmo todos os organismos do mediolitoral ao infralitoral, causando grande impacto nestas comunidades (BERCHEZ; BUCKERIDGE, 2012). No presente estudo não foi encontrada ocorrência massiva, ao contrário do que Casarini e Henriques (2011) encontraram nos bancos de mexilhão de costões rochosos da Baía de Santos.

Os mexilhões da espécie *Perna perna* também não tiveram ocorrência massiva no local deste estudo. Naturalmente, tende a dominar locais mais expostos à ação das ondas do médiolitoral inferior (COUTINHO; ZALMON, 2009), condição ausente no canal. A espécie é bastante explorada comercialmente e dificilmente são vistos na região exemplares maiores que 50 mm, tamanho mínimo para a comercialização segundo a portaria IBAMA n°9, de 20/03/2003 (HENRIQUES et al., 2004; DEUS et al*.,* 2013). Contudo, são bioacumuladores e seu consumo deveria ser evitado quando expostos a ambientes poluídos (SPELTA, 2012). Henriques et al. (2006) realizaram experimentos com *Perna perna* e constatou que a exposição a contaminação bacteriológica altera a resistência dos organismos a baixas salinidades e aumenta a mortalidade.

Mytilaster solisianus, espécie com maior abundância deve ser resistente à condições locais, fator que pode ter favorecido a sua prevalência no canal 4. Contudo não foram encontrados estudos sobre a resistência à exposição a esgotos domésticos e dessa maneira, sugerem-se estudos para verificar a influência de efluentes no desenvolvimento de *M. solisianus*.

Estudos têm demonstrado a sensibilidade de *C. rhizophorae* ao esgoto doméstico, como respostas fisiológicas e na expressão gênica e seu uso em monitoramentos ambientais (ZANETTE et al., 2008) e por este motivo, deve ter ocorrido em menor quantidade no canal 4.

O lançamento de esgoto no ambiente marinho pode afetar os moluscos filtradores, a produção primária, a transferência de matéria aos organismos bentônicos e trazer efeitos tóxicos à biota, condição encontrada não apenas no canal 4, mas em outros canais em menor concentração, no canal do estuário e na Baía de Santos como um todo pelo lançamento no emissário submarino (ABESSA et al., 2012). Segundo Harari et al. (2013) os canais de drenagem de Santos são as principais fontes de água de má qualidade que alteram a balneabilidade das praias. Dados obtidos de estudos de modelagem hidrodinâmica demonstraram que a

pluviosidade (e em consequência a abertura das comportas dos canais e sua duração, bem como quais canais foram abertos) e a hidrodinâmica costeira, principalmente a maré, influenciam a forma e a dispersão da área impactada pelas águas dos canais. A pluma do canal do estuário de Santos juntamente com a do canal 7 (sem comporta) pode excepcionalmente influenciar a praia da Aparecida, região onde se situa o canal 5 (HARARI et al., 2013).

Pimenta (2010) analisou a água do canal 3 e verificou que apresenta toxicidade e a água do mar nas imediações deste canal apresentou toxicidade crônica, tanto no período de alta como no de baixa pluviosidade além de severa contaminação de origem fecal. Sugere-se ensaios ecotoxicológicos nos demais canais de drenagem de Santos.

Sucessão da comunidade

O verão de 2014 foi particularmente quente, com temperaturas máximas de 40° C e 28° C em média, enquanto que em 2013 a máximo foi 37° C e 27° C em média (dados obtidos junto a Base Aérea de Santos). Neste período foi observada uma redução de 10 espécies na faixa de maré baixa do canal 4, enquanto nas outras faixas manteve-se constante e na mesma faixa do canal 5 houve um incremento de espécies. Campello (2006) registrou uma forte redução da riqueza e da densidade dos macroinvertebrados bentônicos dos pontos sob influência do esgoto durante a alta temporada de veraneio, associada a maior descarga de esgoto no ambiente marinho devido ao aumento populacional. Ao final do período de sucessão houve progressivo aumento de biomassa, riqueza e diversidade.

Estudos temporais têm registrado que a alta temperatura do verão somada a alta taxa de mortalidade, devido provavelmente a maior exposição aos fatores estressantes como a dessecação, e ao baixo recrutamento fazem desta época um período de baixas nas comunidades entremareais de costões rochosos com reduções de abundância e riqueza (DENADAI; AMARAL; TURRA, 2000; OSSE, 1995; PETERSEN; SUTHERLAND; ORTEGA, 1996). A face estudada (oeste) recebe maior incidência solar e a insolação influenciou na estrutura da comunidade.

A ocorrência de ressacas pode remover organismos fixados à rocha e desse modo, alterar também a composição da comunidade (DENADAI; AMARAL; TURRA,

2000) e proporcionar espaços colonizáveis. Neste período, as marés altas e baixas têm maiores amplitudes e no caso dos canais de Santos, nesta condição de baixamar de sizígia, a maré não alcança o mesmo deixando os organismos da faixa de maré baixa expostos por mais tempo do que o habitual. O canal 4 foi o que teve maior redução do número de espécies deste período.

M. solisianus, espécie dominante na maré média, teve sua faixa de distribuição reduzida aos níveis superiores em fevereiro de 2014, sendo este espaço amplamente ocupado por *Ulva flexuosa*. Borges (1996) observou na região inferior da faixa de distribuição desta espécie uma sazonalidade, com redução de sua abundância após o verão e recuperação depois do inverno.

O recrutamento de *Chthamalus* spp. é demorado e leva um período maior para completa recolonização (BARBIERO et al., 2011), a espécie é ocupante preferencialmente da faixa superior de maré e neste experimento apresentou menor biomassa nos primeiros trimestres, em comparação as outras faixas que rapidamente foram recobertas por *M. solisianus* e *Ulva* spp. Na faixa inferior de maré o tempo de reocupação foi bem menor devido ao menor estresse causado pelas condições ambientais. Para Barbiero et al. (2011), em pouco menos de 6 meses a composição da área estudada era similar à sem o distúrbio. No entanto, foi necessário um período maior para tal e além da riqueza de espécies dos canais 4 e 5 em agosto de 2014 não serem iguais a anterior (em agosto de 2013), a composição da comunidade apresentou diferença significativa a anterior do distúrbio da remoção dos organismos.

Os resultados da Análise de Correspondência Canônica evidenciam que no canal 4, a temperatura parece explicar a maioria da variabilidade dos dados relacionados à biota. A colimetria e a pluviosidade não se relacionaram com os índices, mas estiveram relacionadas entre si. Comumente, o período de maior pluviosidade, chamado de estação chuvosa, ocasiona incremento nos valores de parâmetros físico-químicos e biológicos como, por exemplo, no número de coliformes termotolerantes na água superficial tanto doce quanto salgada (CETESB, 2007; CUNHA et al., 2011). A maior pluviosidade no verão aumenta a precipitação atmosférica de compostos poluentes e carrega partículas resultantes da queima de combustíveis fósseis para os corpos de água da região e promove aumento da concentração de substâncias tóxicas na água que muitas vezes ultrapassa os limites dos parâmetros estabelecidos pelas resoluções do CONAMA pertinentes. Da

combustão incompleta do petróleo origina-se, entre outros, HPAs (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos) de baixa degradabilidade e com caráter hidrofóbico e lipofílico, fatores que facilitam sua passagem pela membrana celular e sua bioacumulação. HPAs podem ser gerados pelo descarte de derivados de petróleo como gasolina, diesel e óleos lubrificantes. Estes compostos resultam em maiores efeitos ambientais devidos a maior solubilidade e disponibilidade. O lançamento desses compostos pode trazer danos à biota e comprometer atividades marinhas como a pesca recreativa, por exemplo. O naftaleno está entre os poluentes mais tóxicos e abundantes HPAs dissolvidos em água (ALEGRE, 2009).

No canal 5, a pluviosidade esteve relacionada com as variáveis biológicas. Segundo Lewis apud Morais (2011), a frequência deste parâmetro tem efeito sobre a temperatura e a dessecação no entremarés de costões rochosos. Neste canal a riqueza não sofreu reduções durante o verão (estação de maior pluviosidade) em comparação ao canal 4.

Foi registrada considerável biomassa da espécie invasora *Dreissena polymorpha* encontrada no canal 4 na coleta de agosto de 2014, sendo que na coleta de agosto de 2013 não foi registrada. Esta espécie invasora distribui-se pela água de lastro e pela bioincrustação, reproduz-se rapidamente e tende a dominar comunidades bentônicas de ambientes perturbados. A água de lastro deveria ser lançada a 200 milhas náuticas, porém nem sempre este procedimento ocorre. Os navios podem lançar a água de lastro fora da Baía de Santos, mas em eventos de entrada de frentes frias quando há entrada de ventos e correntes de direção Sul (MAGINI; HARARI; ABESSA, 2007), podendo levar as larvas de organismos marinhos que estavam afastadas da costa para o interior da Baía que tem orientação Sul-Sudeste. Os organismos incrustados nas embarcações podem lançar suas larvas durante o caminho para o Porto, fixando-se em costões ou outras estruturas da região. Testes têm sido conduzidos com biopesticidas (e.g. bactérias e algas tóxicas) e apresentados resultados promissores no controle deste bioinvasor (MOLLOY et al., 2013).

CONCLUSÃO

Os resultados mostram que alguns taxa foram efetivos na reocupação pioneira do substrato disponível e que pelo menos 3 deles compartilham a dominância e possivelmente são os mais resistentes aos fatores de estresse fisiológico e em condições de baixa qualidade da água.

Espécies invasoras das espécies *Dreissena polymorpha* e *Isognomon bicolor* foram encontradas no local de estudo, provavelmente oriundas da água de lastro e bioincrustação dos navios, mais uma evidencia de ser um ambiente perturbado, o qual facilita a entrada de espécies invasoras e sua possível instalação massiva. Sugere-se o monitoramento da comunidade bentônica nos canais, bem como nos costões rochosos da Baía de Santos e estruturas de concreto do Porto com o intuito de avaliar a expansão destas espécies, uma vez que não foram encontrados estudos deste tipo na região.

São necessárias fiscalização efetiva e reparação das ligações à rede coletora de esgoto e, por que não, a instalação de um tratamento secundário de esgoto, para diminuir o impacto antrópico no ecossistema marinho da Baía de Santos. Sugere-se a análise de biomarcadores de contaminação por esgoto nos organismos bentônicos presentes na área estudada, tais como mexilhões e ostras.

O canal 4 sofreu maior perda de riqueza na faixa de maré baixa durante a época com maior estresse fisiológico relacionado à dessecação. O mexilhão foi o que mais teve perdas em sua população, indicando que talvez seja mais suscetível à este tipo de condição.

A temperatura foi a variável que explicou parte das variações nos dados biológicos. É um fator limitante para as comunidades bentônicas do entremarés neste estudo esteve relacionada com a riqueza em ambos os canais, principalmente na faixa de maré média. O verão de 2014 foi particularmente bem quente e a maior amplitude das marés de sizígia nesta época do ano devem ter deixado os organismos por maior tempo expostos ao calor.

Passado o verão, o número de espécies e a biomassa aumentaram progressivamente até o final do período de estudo. A biomassa dos canais diferiu estatisticamente nos trimestres observados e, ainda, a biomassa ao final da sucessão, decorrido um ano após a raspagem, não foi semelhante a do ano anterior. Pode-se concluir que, apesar da riqueza não ser igual a anterior ao distúrbio, a comunidade teve a capacidade resiliente de se aproximar da estrutura anterior, embora o tempo de estudo deve ter sido menor do que o necessário para chegar ao

estado do início do trabalho, mesmo com o tratamento de cloro que foi realizado no canal 4 e todos os demais agravantes que alteram negativamente a qualidade ambiental da Baía de Santos.

REFERÊNCIAS

ABESSA, D.M.S.; RACHID, B.R.F.; MOSER, A.J.F.C. et al. **Efeitos ambientais da disposição oceânica de esgotos por meio de emissários submarinos:** uma revisão. O mundo da saúde, v.36, n.4, p. 643-661, 2012.

ABSALÃO, R.S.; ROBERG, R.A.P. **Complexo *Littorina ziczac* (Gmelin) (Mollusca, Gastropoda, Caenogastropoda) no litoral fluminense**: análise morfométrica, distribuição vertical e bioquímica. Revta. bras. Zool., v.16, n.2, p. 381-395, 1999.

ALEGRE, G.F. **Avaliação ecotoxicológica de sedimentos no Rio Tietê: entre os municípios de Salesópoles e Suzano, SP.** São Paulo: IPEN – USP, 2009. 121 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ALMEIDA, V.F. **Importância dos costões rochosos nos ecossistemas costeiros**. Cadernos de Ecologia Aquática, v. 3, n.2, p. 19-32, 2008.

AMARAL, A.C.Z.; NONATO, E.F. **Annelida Polychaeta**: características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira, Campinas, SP: UNICAMP, 1996.

ANDRADE, C.R.M. **O plano de Saturnino de Brito para Santos e a construção da cidade moderna no Brasil.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 4.,1991, Salvador. Anais eletrônicos... Salvador: ANPUR, 1991. Disponível em: <http://www.anpur.org.br/anais.php>. Acesso em: 16 ago. 2014.

BARBIERO, D.C.; MACEDO, I.M.; ZALMON, I.R. **A removal disturbance effect on the ecological succession of a benthic intertidal community – south-eastern Brazil.** Marine Biodiversity Records, v.4, n.26, p. 1-8, 2011.

BERCHEZ, F.; BUCKERIDGE, M.S. **Impactos das atividades humanas sobre a biodiversidade marinha**. In: GHILARDI-LOPES, N.P.; HADEL, V.F.; BERCHEZ, F. Guia para educação ambiental em costões rochosos. Porto Alegre: Artmed, 2012, p. 157-160.

BORGES, R.P. **Abordagem temporal da repartição espacial, diversidade e dominância em uma comunidade de costão rochoso intermareal na Praia da Tatuíra, São Sebastião (SP).** São Paulo: USP, 1996. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CAMPELLO, F.D. **A problemática da poluição por esgotos domésticos no sistema estuarino-lagunar Tramandaí – Armazém (RS, Brasil):** física e química da água e a resposta dos macroinvertebrados bentônicos. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006, 194 p.

CASARINI, L.M. & HENRIQUES, M.B. **Estimativa do estoque do mexilhão *Perna perna* e da espécie invasora *Isognomon bicolor* em bancos naturais da Baía de Santos, São Paulo, Brasil.** Bol. Int. Pesca, São Paulo, v.37 n.1, p. 1-11, 2011.

CETESB (São Paulo). **Relatório de monitoramento de emissários submarinos**. Série relatórios/ Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo: CETESB, 2007. 106 p.

____ **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Apêndice A. São Paulo: CETESB, 2009. 44 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf> Acesso em: 17 set. 2014.

____. **Qualidade das águas salinas e salobras no Estado de São Paulo:** 2. parte do relatório de águas superficiais. Série relatórios/ Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo: CETESB, 2013 a. 140 p

____. **Resultado de Enterococos (UFC/100ml):** Praias de Baixada Santista e Litoral Sul 2013. São Paulo: CETESB, 2013 b. 1 p.

____. **Resultado de Enterococos (UFC/100ml):** Praias de Baixada Santista e Litoral Sul 2014. São Paulo: CETESB, 2014. 1 p.

CHAVES, L.C.C. et al. **Diversidade de anelídeos poliquetos associados ao banco de Brachidontes sp (Mollusca, Mytilidae) da praia do Meio, Natal (RN).** In: Congresso Brasileiro de Biologia Marinha (CBBM), 3., 2011, Natal. Anais... Natal: [s.n.] 2011. (Resumo).

COELHO, F.R. **Caracterização microbiológica das águas dos canais de drenagem urbana de Santos (São Paulo, Brasil) em períodos de alta e baixa pluviosidade.** Unisanta BioScience, v. 3, n. 1, p. 21-26, 2014.

COIMBRA, C.S. **Caracterização ecológica das comunidades bentônicas da região entre-marés no costão da Praia do Itaguá, Ubatuba, São Paulo**. São

Paulo: USP, 1998. 136 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CORTE, G.N.; YOKOYAMA, L.Q.; AMARAL, A.C.Z. **Dinâmica reprodutiva e taxa reprodutiva do berbigão *Anomalocardia brasiliana* em áreas de captura do litoral paulista.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 5., 2011, Santos. Anais eletrônicos... Santos: IO/USP, 2011. Disponível em: <http://vsbo.io.usp.br/trabalhos.php>. Acesso em: 17 ago. 2014.

COUTINHO, R. **Costões Rochosos:** Diagnóstico de avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira marinha. PRONABIO, 2002. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round8/round8/guias_r8/perfuracao_r8/areas_prioritarias.htm> Acesso em: 02 jul. 2013.

COUTINHO, R.; ZALMON, I. R. **O bentos de costões rochosos**. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. Biologia marinha. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009, p. 281-297.

CUNHA, D.G.F.; GRULL, D; DAMATO, M. et al. **Contíguos urban river should not be necessarily submitted to the same management plan**: the case of Tietê and Pinheiros Rivers (São Paulo – Brazil). Anais da Academia Brasileira de Ciências, v.83, n.4, p. 1465-1479, 2011.

DENADAI, M.R.; AMARAL, A.C.Z.; TURRA, A. **Annual variation of the malacofauna on two intertidal sandy substrates with rock fragments in southeastern Brazil.** Rev. bras. oceanogr., v.48, n.2, p. 141-150, 2000.

DEUS, S.R.F.; COSTA, J.A.; MOTTA, N.S. et al. **Densidade populacional dos moluscos *Perna perna* e *Stramonita haemastoma* e do equinoide *Equinometra lucunter* em recifes rochosos da Baía de Santos.** Unisanta BioScience**,** v.3, n.2, p. 1-9, 2013.

DOMANESCHI, O.; MARTINS, C.M. ***Isognomon bicolor* (C.B. Adams) (Bivalvia, Isognomonidae):** primeiro registro para o Brasil, redescrição da espécie e considerações sobre a ocorrência e distribuição de Isognomon na costa brasileira. Revta. Bras. Zoo. v.19, n.2, p. 611-627, 2002.

FENILI, L.H.; GOMES, C.C.; ROCHA, V.F. et al. **Avaliação da concentração de metais e arsênio e sua relação com granulometria e ensaios ecotoxicológicos no canal do Porto de Santos**. Simpósio brasileiro de oceanografia, 5., 2011,

Santos. Anais eletrônicos... Santos: IO/USP, 2011. Disponível em: <http://vsbo.io.usp.br/trabalhos.php>. Acesso em: 17 ago. 2014.

FERREIRA, J.A. **Estudo das associações de anelídeos Polychaeta da Baía de Santos e plataforma continental adjacente (SP, Brasil) e suas interrelações com parâmetros físicos e geoquímicos estruturadores**. São Paulo: USP, 2008. 204 p. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GHILARDI-LOPES, N.P.; BERCHEZ, F. **Os ecossistemas de subtrato consolidado**. In: GHILARDI-LOPES, N.P.; HADEL, V.F.; BERCHEZ, F. Guia para educação ambiental em costões rochosos. Porto Alegre: Artmed, 2012, p. 15-22.

GONÇALVES, E.P. **Análise morfológica comparativa de uma amostra do complexo "*Echinolittorina ziczac*" (Gastropoda, Littorinidae) da costa ocidental do Atlântico.** São Paulo: USP, 2011. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GREENE, C.; SCHOENER, A. **Sucession on marine hard substrata: a fixed lottery.** Oecologia (Berl), v.55, p 289-297, 1982.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G.A. **Ecologia vegetal**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 592 p.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T; RYAN, P.D. **Past: Paleontological Statistic software package for education and data analysis.** Paleontologia eletrônica: v.4, n.1, 9 p, 2001.

HARARI, J.; FERREIRA, F.R.; DEGASPARI, F.A. et al. **Modelagem numérica da hidrodinâmica e da dispersão de esgoto na Baía de Santos, SP.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.18 n.1, p. 205-214, 2013.

HENRIQUES, M.B.; MARQUES, H.L.A.; PEREIRA, O.M. et al. **Aspectos da estrutura populacional do mexilhão *Perna perna*, relacionados à extração em bancos naturais da Baía de Santos, estado de São Paulo, Brasil.** Bol. Int. Pesca, São Paulo, v.30 n.2, p. 117-126, 2004.

HENRIQUES, M.B.; MARQUES, H.L.A.; PEREIRA, O.M. et al. **Resistência do mexilhão Perna perna a baixas salinidades e sua relação com a contaminação bacteriológica**. Bol. Int. Pesca, São Paulo, v.32, n.2, p. 107-114, 2006.

KINDT, R.; COE, R. **Tree diversity analysis**: a manual and software for common statistical methods for ecological and diversity studies. Nairob: World Agroforestry Centre (ICRAF), 2005, 207 p.

KLAPPENBACH, M. A. **Lista preliminar de lós Mytilidae brasileños com claves para su determinación y notas sobre su distribución**. An. Acad. Bras. Cien. Supl., vol. 37, 1965.

KLUMPP, A. **Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais.** In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L.; BARRELLA, W. Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001, p. 77-94.

KUHLMANN, M.L.; BRANDIMARTE, A.L.; SHIMIZU, G.Y. et al. **Invertebrados bentônicos como indicadores de impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos continentais**. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L.; BARRELLA, W. Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001, p. 236-248.

LITTLER, D.S.; LITTLER, M.M.; BUCHER, K.E. & NORRIS, J.N. **Marine plants of the Caribbean:** a Field guide from Florida to Brazil. Airlife, England. 1989. 263p.
MACEDO, I.M.; MASI, B.P.; ZALMON, I.R**. Comparison of rocky intertidal community sampling methods at the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil**. Brazilian Journal of Oceanography, v.54, n°2, 147-154p. 2006.

MAGINI, C; HARARI, J.; ABESSA, D.M.S. **Circulação recente de sedimentos costeiros nas praias de Santos durante eventos de tempestades**: dados para a gestão de impactos físicos costeiros. Geociências, v.26, n.4, p. 349-355, 2007.

MASI, B. P.; ZALMON, I. R. **Zonação de comunidade bêntica do entremarés em molhes sob diferente hidrodinamismo na costa norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 25, n. 4 pág. 662–673. Dezembro de 2008.

MELO, G.A.S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro.** São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1996.

MOLLOY, D.P.; MAYER, D.A.; GIAMBERINI, L. et al. **Mode of action of Pseudomonas fluorescens strain CL145A, a lethal control agent of dreissenid mussel (Bivalvia: Dreissenidae).** Journal of Invertebrate Pathology, v.116, p.115-121, 2013.

MORAIS, G.C. **Estrutura das assembleias de macroinvertebrados de costões rochosos no litoral de Curuçá, Nordeste do Pará, Brasil**. Pará: UFPA. Dissertação (Mestrado). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, 2011, 92 p.

MUTO, E.Y. **Biomagnificação de mercúrio na teia trófica marinha da Baixada Santista (SP).** Simpósio brasileiro de oceanografia, 5., 2011, Santos. Anais eletrônicos... Santos: IO/USP, 2011. Disponível em: <http://vsbo.io.usp.br/trabalhos.php>. Acesso em: 17 ago. 2014.

OSSE, A. C. **Aspectos da estrutura espaço-temporal de uma comunidade intermareal de costão rochoso da Ponta da Fortaleza – Ubatuba/SP.** São Paulo: USP, 1995. 140 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

PEREIRA, A. P. V. **Avaliação do método de levantamento fisionômico na análise de povoamentos na comunidade marinha bentônica de substrato consolidado do infralitoral no costão oeste da Enseada das Palmas, Ilha Anchieta, Ubatuba – SP, Brasil.** São Paulo: USP, 2007. 335 p.Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PEREIRA-FILHO, G.H. **Descrição das comunidades marinhas bentônicas de substrato consolidado da Ilha do Francês (ES) a partir de povoamentos.** São Paulo: USP, 2008. 198 p.Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PETERSEN, J.A; SUTHERLAND, J.P.; ORTEGA, S. **Patch dynamics of mussel beds near São Sebastião (São Paulo), Brazil.** Marine Biology, v.93, p. 389-393, 1996.

PIMENTA, A.A. **Poluição aquática em Santos (SP):** uma abordagem interdisciplinar. São Paulo: USP, 2010. 123 p.Dissertação (Mestrado) – Ciências Ambientais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PIVELI, R.P.; KATO, M.T. **Qualidade da água e poluição**: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2006, 285 p.

R CORE TEAM. **R:** A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <http://www.R-project.org/> Acesso em: 04 dez. 2014.

RIBEIRO, H.L. **Clorófitas** (Algas verdes). In: Guia para educação ambiental em costões rochosos. Porto Alegre: Artmed, 2012, p. 15-22.

RIBEIRO, L.F. **Aplicação do dióxido de cloro como alternativa para a desinfecção de esgotos sanitários tratados através de lagoas de estabilização**. Florianópolis: UFSC, 2001, 121 p. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

RIOS, E.C., 2009. **Compendium of brazilian sea shells.** Rio Grandre do Sul: Evangraf, 2009, 676 p.

ROSSO, S. **Estrutura de comunidades intermareais de substrato consolidado das proximidades da Baía de todos os Santos (SP, Brasil): uma abordagem descritiva enfatizando aspectos metodológicos.** São Paulo: USP, 1990. 217 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

SABINO, C.M.; VILLAÇA, R. **Estudo comparativo de métodos de amostragem de comunidades de costão rochoso**. Revista Brasileira de Biologia, v.59, n.3, p. 407-419, 1999.

SANTOS (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS). **Conheça Santos**: Dados gerais do município. 2014. Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/conheca-santos/dados-gerais/38508-apresenta-o>. Acesso em: 10 ago. 2014.

SILVA, C.G.A.; COLLINS, C.H. **Aplicações de cromatrografia líquida de alta eficiência para estudo de poluentes orgânicos emergentes**. Quim. Nova, v.34, n.4, p. 665-676, 2011.

SIQUEIRA, G.W.; LIMA, W.N.; MENDES, A.S. et al. **Evolução do impacto ambiental causado por matéria orgânica, mercúrio e arsênio nos sedimentos de fundo do sistema estuarino de Santos.** Geochim. Brasil, v.18, n.1, p. 54-63, 2004.

SOUSA, E.C.P.M.; ABESSA, D.M.S.; RACHID, B.R.F. et al. **Ecotoxicological assessment of sediments from the Port of Santos and the disposal sites of dredged material**. Brazilian Journal of Oceanography, v.55, n.2, p. 75-81, 2007.

SOUZA, C.R.G. **Praias arenosas oceânicas do estado de São Paulo (Brasil):** síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte

costeiro e erosão costeira. Revista do Departamento de Geografia – USP, v. especial 30 anos, p. 307-371, 2012.

SPELTA, L. **Moluscos** - ostras, mexilhões, caramujos, polvos e lulas. In: GHILARDI-LOPES, N.P.; HADEL, V.F.; BERCHEZ, F. Guia para educação ambiental em costões rochosos. Porto Alegre: Artmed, 2012, p. 95-107.

TOMMASI, L.R. **Estudo de impacto ambiental.** São Paulo: CETESB, 1994, 355 p.

YOUNG, P.S. **Taxonomia e distribuição da subclasse Cirripedia no Atlântico-Sul Ocidental.** São Paulo: USP, 315 p.1987. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências da USP.

ZANETTE, J. **Identificação e caracterização de marcadores moleculares para estudos toxicológicos em moluscos bivalves e peixes.** Florianópolis: UFSC, 2009. 180 p. Tese – Programa de pós-graduação em biotecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

APÊNDICE 1 – Biomassa média dos canais 4 e 5 nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) da coleta de agosto de 2013.

Biomassa / Espécie	Peso fresco						Peso seco						Peso Livre de cinzas					
	C4HT	C4MT	C4LT	C5HT	C5MT	C5LT	C4HT	C4MT	C4LT	C5HT	C5MT	C5LT	C4HT	C4MT	C4LT	C5HT	C5MT	C5LT
Amphibalanus amphitrite	0,0000	0,1075	0,3906	0,0119	1,0175	1,0275	0,0000	0,0920	2,2938	0,0088	3,0425	0,8925	0,0000	0,0103	0,0350	0,0017	0,0267	0,0250
Amphipoda	0,0021	0,0276	0,0088	0,0013	0,0019	0,1758	0,0004	0,0001	0,0007	0,0001	0,0002	0,0026	0,0002	0,0000	0,0005	0,0000	0,0003	0,0006
Anthopleura sp	0,0001	0,1944	127,195	0,0019	0,0488	0,2556	0,0001	0,0348	0,1263	0,0006	0,0068	0,0666	0,0000	0,0171	0,0865	0,0017	0,0068	0,0334
Brachidontes darwinianus	0,0619	2,3200	1,6631	0,0000	0,6156	1,1819	0,0313	1,0875	0,8606	0,0000	0,2888	0,6738	0,0040	0,3400	0,2967	0,0000	0,0367	0,1867
Chthamalus spp	29,446	0,4034	0,2306	39,0019	0,8319	1,0519	17,754	0,2682	0,1439	22,023	0,5731	0,2169	1,7280	0,0218	0,0167	1,9500	0,0783	0,0585
Cladophora sp	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Crassostrea rhizophorae	0,0388	3,3838	32,9425	0,1619	1,4800	53,734	0,0275	2,6332	25,692	0,1000	0,9988	42,724	0,0220	0,0317	2,8000	0,0167	0,2083	6,7783
Dreissena polymorpha	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Echinolittorina ziczac	0,0694	0,0025	0,0001	0,3281	0,0050	0,0000	0,0391	0,0002	0,0001	0,2563	0,0009	0,0001	0,0240	0,0002	0,0000	0,0633	0,0003	0,0000
Enchiridium spp	0,0083	0,1301	0,0044	0,0025	0,0769	0,0090	0,0005	0,0229	0,0003	0,0002	0,0151	0,0004	0,0007	0,0186	0,0005	0,0000	0,0283	0,0005
Heterospionidae	0,0000	0,0000	0,0323	0,0000	0,0066	0,0490	0,0000	0,0000	0,0021	0,0000	0,0004	0,0039	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0005	0,0009
Hydroides sp	0,0006	0,0019	0,0026	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Isognomon bicolor	0,0000	0,1125	0,4838	0,0000	0,0263	0,1231	0,0000	0,0769	0,3377	0,0000	0,0188	0,0901	0,0000	0,0068	0,0703	0,0000	0,0017	0,0285
Littoraria flava	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0069	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Lottia subrugosa	0,0225	0,9732	0,1208	0,0283	0,0202	0,4094	0,0074	0,0200	0,0733	0,0082	0,0093	0,2351	0,0062	0,0036	0,0433	0,0020	0,0006	0,0336
Mytella charruana	0,0000	0,0144	1,0350	0,0000	0,8000	0,2313	0,0000	0,0125	0,7525	0,0000	0,3825	0,1944	0,0000	0,0000	0,0333	0,0000	0,0000	0,0217
Mytilaster solisianus	67,375	86,4244	24,7813	59,511	49,515	3,4013	33,536	38,317	12,927	28,079	24,724	1,7663	5,4580	8,4417	2,3267	5,1517	5,0450	1,8033
Nudibranchia	0,0000	0,0000	0,0156	0,0000	0,0000	0,0019	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000

Apêndice 1 – continuação

Biomassa / Espécie	Peso fresco						Peso seco						Peso Livre de cinzas					
	C4HT	C4MT	C4LT	C5HT	C5MT	C5LT	C4HT	C4MT	C4LT	C5HT	C5MT	C5LT	C4HT	C4MT	C4LT	C5HT	C5MT	C5LT
Pachygrapsus transversus	0,0019	0,0088	0,1014	0,0038	0,0001	0,1638	0,0001	0,0019	0,0256	0,0013	0,0001	0,0629	0,0002	0,0048	0,0335	0,0000	0,0000	0,0003
Panopeus sp	0,0000	0,0000	0,0231	0,0025	0,0000	0,0731	0,0000	0,0000	0,0063	0,0001	0,0000	0,0206	0,0000	0,0000	0,0051	0,0000	0,0000	0,0183
Paradella dianae	0,0000	0,0038	0,0095	0,0000	0,0089	0,0164	0,0000	0,0004	0,0008	0,0000	0,0043	0,0007	0,0000	0,0003	0,0005	0,0000	0,0103	0,0005
Perinereis sp	0,2869	0,5156	0,4894	0,1750	0,2206	0,1314	0,0286	0,0501	0,0744	0,0162	0,0235	0,0138	0,0301	0,0399	0,0930	0,0186	0,0136	0,0235
Perna perna	0,0000	0,4475	0,3431	0,0000	0,3881	0,3888	0,0000	0,2006	0,1925	0,0031	0,1731	0,1994	0,0000	0,0567	0,0167	0,0083	0,0867	0,0017
Polychaeta não-identificado	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0007	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Sabellidae	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0013	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Sipuncula	0,0001	0,0251	0,0002	0,0001	0,0047	0,0001	0,0001	0,0021	0,0001	0,0019	0,0004	0,0001	0,0000	0,0003	0,0002	0,0050	0,0003	0,0000
Sphenia fragilis	0,0194	0,0806	4,0663	0,0119	0,2894	1,3463	0,0265	0,0426	1,9325	0,0021	0,1631	0,7119	0,0020	0,0083	0,5433	0,0051	0,0217	0,1050
Stramonita haemastoma	0,0000	0,0000	0,8688	0,0000	0,0000	1,5969	0,0000	0,0000	0,1614	0,0000	0,0000	1,0996	0,0000	0,0000	0,0202	0,0000	0,0000	0,3117
Syllidae	0,0018	0,0098	0,0287	0,0003	0,0069	0,0059	0,0006	0,0006	0,0026	0,0003	0,0007	0,0004	0,0004	0,0002	0,0053	0,0003	0,0008	0,0005
Tetraclita stalactifera	0,0000	0,0656	0,0231	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0425	0,0181	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ulva flexuosa	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0613	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ulva lactuca	0,0000	0,0000	3,7919	0,0000	0,0313	3,9919	0,0000	0,0000	0,9944	0,0000	0,0076	0,8256	0,0000	0,0000	0,2652	0,0000	0,0083	0,3050

APÊNDICE 2 – Biomassa média (peso fresco) dos canais 4 e 5 nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) ao longo do período de sucessão.

Período / Espécie	C4 Maré alta				C4 Maré média				C4 Maré baixa				C5 Maré alta				C5 Maré média				C5 Maré baixa			
	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago
Amphibalanus amphitrite	0,00	0,09	0,19	0,90	0,00	0,13	0,40	3,63	0,08	0,42	15,85	0,54	0,00	0,08	0,16	0,55	0,20	0,58	1,51	0,98	0,00	1,25	3,18	7,68
Amphipoda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anthopleura sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,05	0,05	0,02	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Brachidontes darwinianus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00	0,18	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,16
Chthamalus spp	1,82	2,75	7,41	16,38	0,08	0,14	0,08	0,43	0,01	0,00	0,03	0,03	1,66	2,25	8,55	20,5	0,83	0,28	1,19	1,25	0,01	0,02	0,00	0,03
Crassostrea rhizophorae	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,16	2,33	8,92	4,25	8,03	49,18	12,47	0,00	0,00	0,00	0,06	1,31	0,14	0,77	1,75	0,75	15,61	13,07	15,39
Dreissena polymorpha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	6,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Echinolittorina ziczac	0,08	0,04	0,21	0,30	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,11	0,02	0,24	0,40	0,28	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Enchiridium spp	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
Heterospionidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Isognomon bicolor	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,30	0,17	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,39
Littoraria flava	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Lottia subrugosa	0,11	0,00	0,00	0,16	1,19	0,22	0,00	0,01	0,55	0,14	0,20	0,05	0,02	0,00	0,00	0,04	0,38	0,03	0,23	0,03	1,96	0,48	0,11	0,08
Mytella charruana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,99	0,00	0,00	6,00
Mytilaster solisianus	16,1	9,58	18,7	22,07	14,2	43,7	0,96	55,1	3,94	0,01	3,20	14,65	4,28	0,64	0,90	5,36	11,3	28,3	0,92	38,9	0,82	0,93	0,33	13,05
Pachygrapsus transversus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Panopeus sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00

Apêndice 2 – continuação

Período / Espécie	C4 Maré alta				C4 Maré média				C4 Maré baixa				C5 Maré alta				C5 Maré média				C5 Maré baixa			
	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago
Paradella dianae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
Perinereis sp	0,02	0,00	0,36	0,09	0,08	0,50	0,07	0,32	0,38	0,05	0,49	0,21	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,12	0,03	0,17	0,02	0,11	0,09	0,10
Perna perna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	1,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
Sipuncula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sphenia fragilis	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,53	0,75	0,01	0,32	8,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,78	0,00	0,02	0,10	3,26
Stramonita haemastoma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Syllidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tetraclita stalactifera	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ulva flexuosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,03	0,00	0,06	4,67	2,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,36	1,13	1,87	1,17	3,94	0,00
Ulva lactuca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	8,06	0,00	0,65	5,51	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,15	1,42	0,34	0,05	0,21	2,16

APÊNDICE 3 – Biomassa média (peso seco) do canal 4 nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) ao longo do período de sucessão.

Período / Espécie	C4 Maré alta				C4 Maré média				C4 Maré baixa			
	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago
Amphibalanus amphitrite	0,0000	0,0575	0,1075	0,5150	0,0000	0,1028	0,2175	2,3233	0,0675	0,2200	9,5925	0,3533
Amphipoda	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0005
Anthopleura sp	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0005	0,0000	0,0087	0,0008	0,0003	0,0008	0,0007
Brachidontes darwinianus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0433	0,0050	0,0000	0,0925	1,7417
Chthamalus spp	1,1900	1,5925	4,4800	9,4683	0,0428	0,0700	0,1025	0,2200	0,0050	0,0000	0,0150	0,2183
Crassostrea rhizophorae	0,0000	0,0000	0,0150	0,0167	0,0000	0,1225	1,9050	6,9917	3,3125	5,5500	39,1150	8,4783
Dreissena polymorpha	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1067	0,0000	0,0000	0,0000	2,8567
Echinolittorina ziczac	0,0428	0,0278	0,1453	0,2067	0,0000	0,0050	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0050	0,0000
Enchiridium spp	0,0000	0,0000	0,0000	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0053	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Heterospionidae	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0003	0,0042
Isognomon bicolor	0,0000	0,0000	0,0000	0,0033	0,0000	0,0000	0,0000	0,1967	0,1250	0,0875	0,0000	0,0000
Littoraria flava	0,0000	0,0000	0,0050	0,0033	0,0000	0,0000	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Lottia subrugosa	0,0503	0,0000	0,0000	0,1017	0,5700	0,1150	0,0000	0,0067	0,2975	0,0800	0,1075	0,0268
Mytella charruana	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1150	0,0000
Mytilaster solisianus	8,2950	4,9525	9,9250	12,0867	6,6225	20,3125	0,3950	26,5217	2,6850	0,0003	1,7750	6,5433
Pachygrapsus transversus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0150	0,0000	0,0000	0,0002
Paradella dianae	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002
Perinereis sp	0,0008	0,0000	0,0550	0,0122	0,0105	0,0703	0,0103	0,0583	0,0453	0,0008	0,0775	0,0385
Perna perna	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0600	0,0000	0,0000	0,0000	0,6267
Sipuncula	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000
Sphenia fragilis	0,0000	0,0000	0,0003	0,0083	0,0003	0,0003	0,0000	0,2617	0,3925	0,0005	0,1675	3,4367
Stramonita haemastoma	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1175	0,0000	0,0000	0,0000
Syllidae	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003	0,0153	0,0000
Tetraclita stalactifera	0,0000	0,0400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ulva flexuosa	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,4375	0,0000	0,0150	0,7150	0,6750	0,0000
Ulva lactuca	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	0,0000	1,2525	0,0000	0,2303	1,4200

APÊNDICE 4 – Biomassa média (peso seco) do canal 5 nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) ao longo do período de sucessão.

Período / Espécie	C5 Maré alta				C5 Maré média				C5 Maré baixa			
	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago
Amphibalanus amphitrite	0,0000	0,0625	0,0950	0,3083	0,1650	0,3975	0,9275	0,6283	0,0000	1,0625	2,1025	4,8900
Amphipoda	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
Anthopleura sp	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0008	0,0005
Brachidontes darwinianus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0350	0,0000	0,0000	0,0833
Chthamalus spp	1,0750	1,3425	5,1575	11,5533	0,5450	0,0625	0,6325	0,7217	0,0005	0,0075	0,0000	0,0167
Crassostrea rhizophorae	0,0000	0,0000	0,0000	0,0350	0,9550	0,1025	0,5675	1,4117	0,5750	12,4175	9,9925	10,7817
Echinolittorina ziczac	0,0600	0,0058	0,1650	0,2167	0,2100	0,0075	0,0000	0,0087	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
Enchiridium spp	0,0000	0,0000	0,0000	0,0367	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0218
Heterospionidae	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0005	0,0010
Isognomon bicolor	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0950	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1400	0,0000	0,2718
Littoraria flava	0,0000	0,0000	0,0000	0,0067	0,0000	0,0000	0,0000	0,0033	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Lottia subrugosa	0,0010	0,0000	0,0000	0,0235	0,2000	0,0150	0,1225	0,0153	1,0250	0,2625	0,0675	0,0485
Mytella charruana	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3200	0,0000	0,0000	0,0000
Mytilaster solisianus	2,1950	0,3700	1,3050	2,5817	2,7200	19,2150	0,3850	20,0100	0,4100	0,4805	0,1725	9,3100
Pachygrapsus transversus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
Panopeus sp	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
Paradella dianae	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0005	0,0000	0,0000	0,0003
Perinereis sp	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003	0,0105	0,0555	0,0005	0,0287	0,0010	0,0058	0,0105	0,0073
Perna perna	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1133
Polychaeta não-identificado	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
Sipuncula	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
Sphenia fragilis	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0050	0,3650	0,0000	0,0078	0,0428	1,4567
Stramonita haemastoma	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Syllidae	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000
Tetraclita stalactifera	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ulva flexuosa	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2875	0,2967	0,1500	0,2750	0,9150	0,0000
Ulva lactuca	0,0000	0,0000	0,0000	0,0500	0,0000	0,0000	0,0228	0,2953	0,0400	0,0078	0,0475	0,5035

APÊNDICE 5 – Biomassa média (peso seco livre de cinzas) nas faixas de maré alta (HT), média (MT) e baixa (LT) da coleta de agosto de 2014.

	Canal 4			Canal 5		
Espécies	**C4HT**	**C4MT**	**C4LT**	**C5HT**	**C5MT**	**C5LT**
Amphibalanus amphitrite	0,0567	0,1167	0,0883	0,0850	0,0867	0,3167
Amphipoda	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0002	0,0002
Anthopleura sp	0,0000	0,0083	0,0005	0,0000	0,0000	0,0005
Brachidontes darwinianus	0,0000	0,0050	0,2150	0,0000	0,0000	0,0383
Chthamalus spp	0,8483	0,0250	0,2083	1,1483	0,2250	0,0098
Crassostrea rhizophorae	0,0167	0,6383	3,5117	0,0067	0,1583	1,5283
Dreissena polymorpha	0,0000	0,0367	1,0533	0,0000	0,0000	0,0000
Echinolittorina ziczac	0,0633	0,0000	0,0000	0,0250	0,0083	0,0000
Enchiridium spp	0,0098	0,0052	0,0000	0,0367	0,0000	0,0168
Heterospionidae	0,0000	0,0000	0,0041	0,0000	0,0000	0,0009
Isognomon bicolor	0,0017	0,0233	0,0000	0,0000	0,0000	0,0385
Littoraria flava	0,0017	0,0000	0,0000	0,0017	0,0032	0,0000
Lottia subrugosa	0,0350	0,0065	0,0235	0,0068	0,0068	0,0068
Mytilaster solisianus	2,9983	5,9717	2,0917	0,5483	4,9050	1,9433
Pachygrapsus transversus	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002
Paradella dianae	0,0000	0,0005	0,0002	0,0000	0,0006	0,0003
Perinereis sp	0,0116	0,0545	0,0378	0,0003	0,0231	0,0071
Perna perna	0,0000	0,0133	0,1050	0,0000	0,0000	0,0217
Polychaeta não-identificado	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Sipuncula	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
Sphenia fragilis	0,0080	0,0200	0,8467	0,0000	0,0583	0,1983
Tetraclita stalactifera	0,0000	0,0117	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ulva flexuosa	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0883	0,0000
Ulva lactuca	0,0000	0,0000	0,4833	0,0233	0,1253	0,1268

APÊNDICE 6 – Variáveis ambientais. Temperatura do ar (T° C), Pluviosidade (mm), *Enterococcus* (UFC/100 mL) na praia do Embaré (canal 4) e Aparecida (canal 5).

Período	Meses	Temperatura média	Pluviosidade acumulada	Embaré - média	Aparecida - média
1° Trim.	set-nov	21.72	281,4	133,15	73,31
2° Trim.	dez-fev	27,54	192,83	106,62	96,77
3° Trim.	mar-mai	24,09	290,03	141,46	139,92
4° Trim.	jun-ago	20,58	110,07	77,57	112,86

APÊNDICE 7 – Lista de abreviações dos nomes das espécies no rank de espécies

Nome	Abreviação
Amphibalanus amphitrite	APB
Amphipoda	AMP
Anthopleura sp	ANT
Brachidontes darwinianus	BRA
Chthamalus spp	CHT
Cladophora sp	CLA
Crassostrea rhizophorae	CRA
Dreissena polymorpha	DREI
Echinolittorina ziczac	ECHI
Enchiridium spp	ENC
Heterospionidae	HET
Hydroides sp	HYD
Isognomon bicolor	ISO
Littoraria flava	LITT
Lottia subrugosa	LOT
Mytella charruana	MYT
Mytilaster solisianus	MSOL
Nudibranchia	NUD
Pachygrapsus transversus	PACH
Panopeus sp	PAN
Paradella dianae	PAR
Perinereis sp	PERI
Perna perna	PER
Sabellidae	SAB
Sipuncula	SIP
Sphenia fragilis	SPH
Stramonita haemastoma	STRA
Syllidae	SYL
Tetraclita stalactifera	TETR
Ulva flexuosa	UFLE
Ulva lactuca	ULAC